

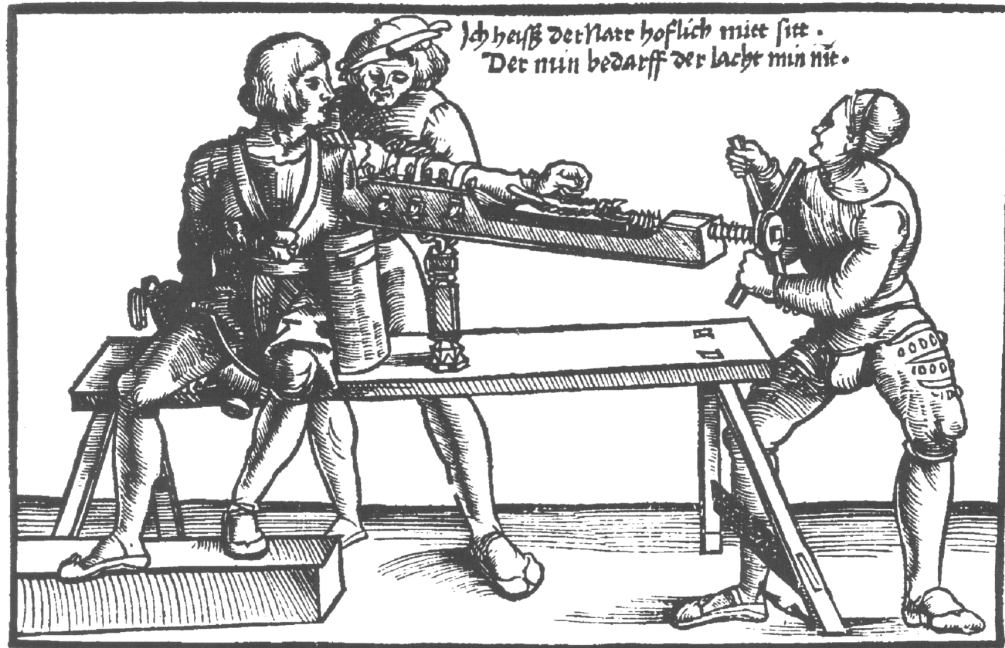
**Die palmare Plattenosteosynthese bei  
distalen Radiusextensionsfrakturen,  
winkelstabile versus konventionelle  
Technik**

Dissertation

zur Erlangung des doctor medicinae

vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät der  
Friedrich- Schiller- Universität Jena

Von Wolfgang Neumann  
Geboren am 28.03.1953 in Prenzlau



## 1. Zusammenfassung

Mit der vorliegenden Arbeit wird belegt, dass die palmare, winkelstabile Osteosynthese der distalen Radiusextensionsfraktur Vorteile gegenüber anderen Osteosyntheseverfahren und hier besonders auch gegenüber der konventionellen, palmaren Plattenosteosynthese bietet.

Dafür wurden die im Zeitraum von Januar 1998 – Dezember 1999 in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie am Helios-Klinikum in Erfurt mit einer winkelstabilen, palmaren Osteosynthese versorgten distalen Radiusextensionsfrakturen mit dem Patientenkollektiv eines 2-Jahreszeitraumes, das mit einer konventionellen T-Platte versorgt wurde, verglichen.

Von den 71 winkelstabil versorgten Patienten wurden alle radiologisch ausgewertet, 59 (83,1%) konnten nachuntersucht werden. Typische Altersgipfel gab es bei den Frauen zwischen dem 60. und 80. Lebensjahr und den Männern zwischen dem 30. und 50. Lebensjahr bei einem Altersdurchschnitt von 55,6 Jahren.

Ebenso typisch war das gehäufte Vorkommen von distalen Radiusfrakturen mit Beteiligung der Gelenkfläche (C1 – C3) in der Altersgruppe von 20-59 Jahren (60%) und die Zunahme der A3-Frakturen in der Altersgruppe über 60 Jahre (53%).

Das mit der konventionellen T-Platte versorgte Patientenkollektiv wurde unter identischen Vorraussetzungen ausgewertet. Bezüglich der radiologischen Ergebnisse erreichte die winkelstabile Osteosynthese signifikant bessere Ergebnisse ( $p < 0,001$ ) gegenüber der konventionellen T-Platte. Es gab keine radiologischen Korrekturverluste. In Abhängigkeit der Auswertungsscores erreichten die winkelstabil versorgten ausgezeichnete und gute Ergebnisse in 70-86%, die konventionell T-Platten versorgten nur in 35-62%. 9-11 % erreichten hier schlechte Ergebnisse. Sowohl die A- als auch die C-Frakturen waren gleichermaßen betroffen.

Die komplette Retention der intraoperativ erreichten Reposition war bei den winkelstabil versorgten möglich.

Primäre winkelstabile Versorgung der Frakturen ist einem sekundären Verfahrenswechsel überlegen.

Damit ist das Verfahren auch zur primären Versorgung distaler Radius-extensionsfrakturen mit höhergradigen Instabilitäten geeignet.

Die mechanisch stabile Versorgung mit dem winkelstabilen Implantat ermöglicht bei nahezu anatomischer Gelenkrekonstruktion eine frühfunktionelle Nachbehandlung, die sowohl zu einer Verkürzung der postoperativen Verweildauer der monoverletzten Patienten auf 8,1 Tage, als auch zu einer Verkürzung der gesamten Nachbehandlungszeit auf durchschnittlich 9,4 Wochen führt.

Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist auch eine intensive, ambulant-physiotherapeutische Nachbetreuung.

Postoperativ Wundheilungsstörungen wurden nicht beobachtet, ebenso kam es zu keiner Ausbildung einer sympathischen Reflexdystrophie.

Materialentfernungen waren in 4 der 71 Fälle auf Grund von fehlimplantierten Schrauben und Bolzen (3x) und eines Karpaltunnelsyndroms erforderlich.

Sie erfolgten in der 4.-12.postoperativen Woche und lagen alle zu Beginn der Behandlungsserie.

Eine routinemäßige, intraoperative Spaltung des Karpalkanals wurde nicht durchgeführt und erscheint auch wegen des geringen Vorkommens eines postoperativen Karpaltunnelsyndroms mit 1,6% nicht erforderlich.

Die operative Versorgung von Begleitverletzungen, wie der scapholunären Dissoziation, sollte abgewogen werden gegenüber den Nachteilen, die aus einer erforderlichen, langen Immobilisation resultieren.

Zusätzliche Refixierungen des abgebrochenen Proc.styloideus ulnae bringen keine besseren, funktionellen Ergebnisse. Eine postoperativ aufgetretene Schmerzsymptomatik bei 13 Patienten führte zu einer deutlichen Verlängerung der Nachbehandlungszeit mit 8-28 Wochen. 8 dieser Patienten waren primär mit einem Fixateur externe versorgt worden. Funktionell bestanden trotz winkelstabil versorgter Fraktur bei gutem radiologischem Ergebnis Einschränkungen an der betroffenen Extremität bei der Radial-/Ulnarabduktion in 27% und bei der Supination in 42% der Nachuntersuchten.

Die auffällig häufige Einschränkung der Supination entspricht den Angaben in der Literatur. Dabei besteht keine Korrelation zum Frakturtyp.

Begleitverletzungen des ulno-karpalen Komplexes allein sind offenbar nicht prädisponierend für spätere, funktionelle Einbußen.

Ihre Erkennung im akuten Verletzungsstadium gestaltet sich zum jetzigen Zeitpunkt schwierig. Reserven für ein gutes, funktionelles Outcome liegen in einer intensivierten, physiotherapeutischen Nachbehandlung. Der komplikationsarme radio-palmare Zugang zum distalen Radius, die nicht zwingend notwendige Materialentfernung, die durch die stabile Osteosynthese mögliche, frühfunktionelle Behandlung führen zu einer hohen Patientenakzeptanz. Einschränkende Retentionen im Gipsverband entfallen.

Die palmare, winkelstabile Osteosynthese am distalen Radius ist nach einer Lernphase zur akuten Versorgung der distalen Radiusextensionsfraktur geeignet und schließt Frakturen mit höhergradigen Instabilitäten ein. Sie löst zwar nicht alle Probleme am distalen Radius, bietet aber neue Möglichkeiten in Versorgung und Nachbehandlung und lässt signifikant bessere Langzeitergebnisse erwarten.

## **1. Zusammenfassung**

## **2. Einleitung**

### 2.1. Diagnostik

#### 2.1.1. Klinische Diagnostik

#### 2.1.2. Radiologische Diagnostik

### 2.2. Frakturklassifikationen

### 2.3. Folgen der Fehlverheilung

### 2.4. Begleitverletzungen bei distalen Radiusfrakturen

### 2.5. Posttraumatische Komplikationen nach distaler Radiusfraktur

### 2.6. Therapeutisches Vorgehen

## **3. Ziel der Arbeit**

## **4. Material und Methode**

## **5. Ergebnisse**

### 5.1. Alters- und Geschlechtsverteilung

### 5.2. Frakturtyp

#### 5.1. Ergebnisse der Nachuntersuchungen

##### 5.1.1. Bewegungsumfang im Seitenvergleich

##### 5.1.2. Radiologische Ergebnisse

##### 5.1.3. Auswertung der radiologischen Ergebnisse nach dem Score der Arbeitsgemeinschaft<sup>a</sup>Distaler Radius

##### 5.3.4. Funktionelle Ergebnisse nach dem Score von Cooney und Bussey

##### 5.3.5. Funktionelle Ergebnisse nach dem Score von Greene und O'Brien

##### 5.3.6. Funktionelle und radiologische Ergebnisse nach dem Score von Sarmiento u.a.

### 5.3.7. Vergleich der Ergebnisse aller Score- Systeme

- 6. Betrachtung der Ergebnisse bei der Versorgung der distalen Radiusextensionsfraktur mit der konventionellen T- Platte**
  - 6.1 Radiologische Ergebnisse
  - 6.2 Funktionelle Ergebnisse in den Score- Systemen
- 7. Vergleich der Ergebnisse winkelstabile Osteosynthese versus konventionelle T- Platte**
  - 7.1 Vergleich der funktionellen Ergebnisse
  - 7.2. Vergleich in den Score- Systemen beider Verfahren
- 8. Diskussion der Ergebnisse**
- 9. Schlussfolgerungen**
- 10. Literaturverzeichnis**

## 2. Einleitung

Die distale Radiusfraktur zählt zu den häufigsten Frakturen des Menschen. Ihr Anteil bei Frakturen im Erwachsenenalter beläuft sich auf 10-25 % sämtlicher Frakturen. Die Incidenz beträgt 2:1.000 Einwohner (108,72). Bevorzugt ist das weibliche Geschlecht im höheren Alter. Der häufigste Unfallmechanismus ist der Sturz auf die dorsalflektierte Hand (47). Die Erstbeschreibung der Fraktur erfolgte durch COLLES 1814, BURTON 1838 und SMITH 1947. Gleichzeitig stellt die distale Radiusfraktur inzwischen ein sozio-ökonomisches Problem dar. Etwa 3000 von 55000 Fällen, die mit einer Minderung der Erwerbsfähigkeit von mindestens 20 % einhergehen, sind Frakturen der handgelenknahen Unterarmknochen (16). Diese Tatsachen werfen immer wieder die Frage nach einem effektiven Therapiekonzept auf.

In den 1970er und 1980er Jahren wurde die konservative Behandlung für 70-90% aller distalen Radiusfrakturen angegeben (81,9,78). Seither ist die Behandlung einem deutlichen Wandel unterworfen. Die distale Radiusextensionsfraktur in loco typico war lange Jahre eine Domäne der konservativen Behandlung (8,33,65,77). Mit Einführung des Fixateur externe durch ANDERSON 1944 (1), der Kirschnerdraht-Osteosynthese durch WILLENEGGER 1959 (110) und später der Plattenosteosynthese über einen dorsalen Zugang konnten Verbesserungen der Behandlungsergebnisse erzielt werden. Neben der ossären Verletzung liegen oft noch ligamentäre Instabilitäten vor, so dass eine rein konservative Therapie häufig überfordert ist (66,81,104,108). Die Rate der unbefriedigenden Ergebnisse wird mit 25-30 % angegeben nach konservativer Behandlung (81,108). Es zeichnet sich die Tendenz ab, eine differenzierte und vermehrt gezielt-operative Therapie durchzuführen (76,85,90). Dies führte zur Entwicklung neuer Osteosyntheseverfahren (109,44,82, 62). Die in der Arbeit von BAUSCHKE (7) ausgewerteten Ergebnisse unter Verwendung einer von palmar applizierten, konventionellen T-Platte sind ein Schritt in diese Richtung. Vorteile dieser Vorgehensweise werden in der Einfachheit des Zuganges, der günstigen Weichteildeckung und der räumlichen Distanz zu funktionellen Strukturen, insbesondere dem Nervus medianus,



gesehen (92). Auf eine Implantatentfernung kann im Gegensatz zum dorsal applizierten Implantat verzichtet werden. Die Verhinderung postoperativer, radiologischer Korrekturverluste kann allerdings auch von diesem Implantat nicht geleistet werden. Grundlegendes Ziel der Behandlung ist die möglichst anatomie-gerechte Reposition der Fraktur und Retention der erreichten Ergebnisse (21,81,43,108,44) verbunden mit einer möglichst frühzeitigen, funktionellen Nachbehandlung.

Schlechte Ausheilungsergebnisse sind Fehlheilungen im Radio-Carpalgelenk, ein Missverhältnis des distalen Radio-Ulnar-Gelenkes (DRUG) und des distalen ulnaren Kompartimentes (81).

JUPITER und FITOUSSI fordern einen vollständigen Längenausgleich, die Wiederherstellung korrekter Achsenverhältnisse und eine Rekonstruktion der Gelenkfläche (24,42).

Die anatomische Reposition und stabile Osteosynthese erscheinen vor allem deshalb notwendig, da sowohl intraartikuläre Stufen, Gelenkfehlstellungen als auch resultierende Imbalancen der Längenverhältnisse der Unterarmknochen zu arthrotischen Veränderungen mit Funktionseinbußen im Handgelenksbereich führen können (43).

DOI. et al. bestätigten den Zusammenhang zwischen verbleibender Gelenkstufe

und Ausbildung einer Radiocarpalarthrose. 47-58% ihrer Patienten hatten frühe Zeichen einer Arthrose. Sie favorisieren deshalb die arthroskopische Versorgung, die auch ein besseres funktionelles Ergebnis erbringen soll (17).

MENTZEL et al. folgerten aus ihren Nachuntersuchungen, dass bei der Reposition der distalen Radiusfraktur eine Verkürzung des Radius von nicht mehr als 2 mm und eine Neigung der Radiusgelenkfläche im seitlichen Strahlengang von nicht mehr als 5° nach dorsal toleriert werden sollte, um Funktionseinschränkungen des Handgelenkes zu minimieren (59).

## **2.2. Diagnostik**

### **2.2.1. Klinische Diagnostik**

Die klinische Untersuchung bietet neben den Schmerzen, dem Frakturhämatom und der *Funcio laesa* typische Zeichen einer Fraktur, abnorme Beweglichkeit, Krepitation und Fehlstellung.

Dislokationen des distalen Fragmentes nach dorso-radial ergeben die typische Bajonettstellung.

### **2.2.2. Radiologische Diagnostik**

Grundlage der bildgebenden Diagnostik sind die Standardröntgenaufnahmen mit Beurteilung der physiologischen Radiusschaft-Gelenkwinkel, dem radio-ulnaren Index, des radio-ulnaren und des dorso-palmaren Winkels (s.3. Material und Methode). Die Nativröntgendiagnostik hat jedoch eine eingeschränkte Aussagefähigkeit bei Begleitverletzungen.

Hierbei, sowie bei der Beurteilung von Gelenkbeteiligungen höhergradiger Frakturen ist die Computertomographie die Methode der Wahl.

Die Diagnostik eventuell begleitender Verletzungen mit Perforationen des triangulären, fibrokarilaginären Komplexes und Verletzungen interossärer Bänder sind eine Domäne der Magnetresonanztomographie. Auch die Differenzierung frischer und älterer Verletzungen ist möglich. Die exakte radiologische Diagnostik ist grundlegend für die Planung des Therapieregimes und das erreichbare, funktionelle Ergebnis.

## **2.3. Frakturklassifikationen**

COLLES beschrieb 1814 die *Fractura radii in loco classico*, die Extensionsfraktur des distalen Radius mit einer Gesamtrate von ca. 90 %.

Ursächlich ist meist ein Trauma auf die dorsalflektierte Hand.

### Einteilung der Extensions- Fraktur nach Frykman

Typ A: Extraartikuläre Fraktur

Typ B: Radiokarpale Gelenkfraktur

Typ C: Radioulnare Gelenkfraktur

Typ D: B + C

Abb 1 . Einteilung der Extensions-Fraktur nach Frykman

Ein wesentlicher Schritt, um durch eine differenzierte Behandlung die Ergebnisse zu verbessern ist die heute international anerkannte und von MÜLLER et al. 1990 eingeführte Frakturklassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen ( AO ) ( s.Abb. 2).

Sie verlangt, die Frakturmorphologie detailliert zu analysieren und gibt wichtige Hinweise für die einzuschlagende Therapie. Allein die Unterscheidung zwischen extraartikulären (Typ A1-A3) und den intraartikulären Mehrfragmentfrakturen (Typ C1-C3) weist darauf hin, dass es keine schematische Therapie geben kann (63).

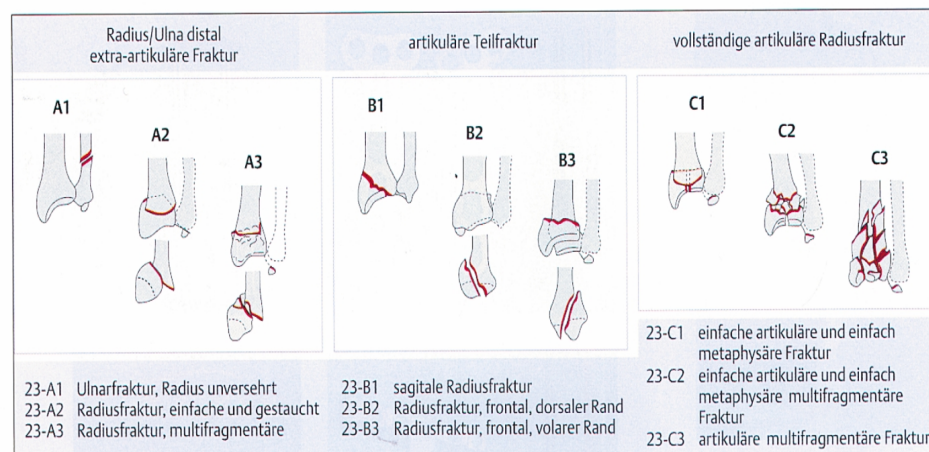


Abb. 2 AO-Klassifikation der Frakturen am distalen Unterarm

## 2.4 Folgen der Fehlverheilung

Fehlverheilte distale Radiusfrakturen führen zu einer Fehlbelastung des Radio-Karpalgelenkes bei der häufigsten Fehlstellung, der dorsalen Abknickung. Die Verkürzung des Radius bewirkt ein mechanisches Impingement des triangulären, fibrokartilaginären Komplexes (TFCC) (66). BADE und LOBECK (3) wiesen nach, dass sich die Kontaktfläche des DRUG in Neutralstellung bei einer Radiusverkürzung von 1 mm auf 77 %, bei 2 mm auf 58 % reduziert. Bei 4 mm beträgt sie noch 52 %, bei 6 mm lediglich noch 45 %.

Eine Verkipfung des distalen Radius nach dorsal um 5° bewirkt eine Reduktion der Kontaktfläche auf 55 %, eine Palmarkippung von 5° gar auf 29 %. Eine supinatorische Torsion des distalen Radius von 10° führt zu einer Verkleinerung der Kontaktfläche auf 60 %, eine Drehung Richtung Pronation um 10 % gar auf 33 % (3).

PROMMERSBERGER und LANZ (80) stellten bei experimentellen Untersuchungen fest, dass die Ausheilung der distalen Radiusfraktur in Fehlstellung zu einer komplexen Störung der Biomechanik des Handgelenkes führt. Dabei sind die Auswirkungen der Dorsalkippung des distalen Radiusfragmentes am besten untersucht. Hier kommt es zu einer Beeinträchtigung des DRUG mit einer Verminderung der Kontaktfläche, Spannungsänderungen des TFCC und einer funktionellen Einschränkung der Unterarmdrehbewegung. Gleichzeitig besteht eine Störung der carpalen Kinematik bis zur mediocarpalen Instabilität.

Eine Verschiebung des Kraftflusses hin zum ulnocarpalen Gelenkkompartiment und eine Druckverlagerung am Radius nach dorsal bei gleichzeitiger Verschmälerung der Belastungszone und ein chronischer Schaden des Nervus medianus sind weitere, negative Folgen.

BRONSTEIN (12) fand bei seinen experimentellen Untersuchungen an Leichenarmen bei einer Radiusverkürzung von 5 mm keine statistisch signifikante Beeinträchtigung der Unterarmdrehbewegung, bei einer Verkürzung von 10 mm eine Einschränkung der Supination um 29 % und der Pronation um 47 %. Eine Verkürzung von 15 mm führte zu einer vollständigen Blockierung.

Bei mechanischen Untersuchungen mit einem druckempfindlichen Film konnte SHORT (98, 22) einen wachsenden Transfer der Last auf die Ulna mit zunehmender dorsaler Fehlstellung nachweisen. Resultat sind Schmerzen im Bereich des Radiocarpalgelenkes und eine Einschränkung der Kraft. KAZUKI (46) fand ebenfalls einen gravierenden Einfluß auf die Lastverteilung des radioulnaren Gelenkes bei einer Ulnaplust- oder -minusvariante. LI (53) beobachtete eine deutliche Zunahme der relativen Bewegung zwischen Os lunatum und Os capitatum, mit deutlich verstärkter Flexion des Capitatum gegenüber dem Lunatum bei einer Dorsalkippung des distalen Radius. Bei der Diagnostik der ossären Verletzungen in den Standardröntgenaufnahmen sind klare Aussagen zur Abflachung der Ulnainklination, der Kippung der Radiusgelenkfläche in dorsopalmarer Ebene und der Radiusverkürzung möglich. Es sind jedoch keine quantitativen Angaben hinsichtlich eines Torsionsfehlers des distalen Fragmentes abzuleiten (3).

Nach PROMMERSBERGER werden die in ihrer klinischen Bedeutung nicht zu unterschätzenden Torsionsfehler dadurch im klinischen Alltag praktisch nicht erfasst.

## **2.5 Begleitverletzungen bei distalen Radiusfrakturen**

Wichtig neben der radiologischen Diagnostik ist zu achten auf ligamentäre Verletzungen und Begleitverletzungen des DRUG (109). Dazu sind auch eine genaue Erhebung des Unfallherganges und eine exakte klinische Untersuchung wichtig. Eine Rolle spielen nicht nur Hyperextensions- oder Hyperflexionstraumen, sondern auch Scherkräfte, Radial- und Ulnarabduktion sowie eine Pro- und Supinationsbewegung (81).

Radiologisch hilfreich bei vermuteten Instabilitäten ist die Bestimmung der Lunatumachse, der Scaphoidachse und der Capitatumachse (81,101). Bedeutsam ist die Kombination der distalen Radiusfraktur mit einer scapholunären Dissoziation (SL-) (30). Sie stellt nach SCHÄDEL-HÖPFNER die häufigste carpale Instabilität dar. Komplexe, insbesondere intraartikuläre Frakturen des distalen Radius gehen vermutlich mit einer

höheren Häufigkeit carpaler Instabilitäten einher. Es fehlen jedoch in der Literatur Angaben zum Auftreten der SL- Dissoziation in Abhängigkeit vom Frakturtyp (89,81). Radiologisch kann eine vergrößerte scapholunäre Distanz den Verdacht einer Verletzung nahe legen (101).

Der sichere Nachweis oder Ausschluß gelingt jedoch erst durch die Handgelenksarthroskopie (30,23). Nach IWINSKA-ZELDER (39) stellt die MRT als einzige, nicht invasive Methode die Möglichkeit zur Darstellung und Beurteilung des scapholunären Bandes dar. Die Spezifität der Untersuchung lag für alle Patienten bei 80,6 %, die Sensitivität bei 63,2 %.

FrISCHE SL-Dissoziationen gelten als therapiebedürftig. Unerkannte Läsionen führen durch geänderte Bewegungsabläufe und Scherbelastungen der Handwurzelknochen und der Radiusgelenkfläche langfristig zur radiocarpalen Arthrose. Ein Übersehen der Bandruptur führt zu einem zunehmenden Kollaps der ersten Handwurzelreihe mit erheblicher Schmerzhaftigkeit und Bewegungseinschränkung (105,86).

Nach BAHM beträgt die Latenz zwischen Unfallereignis und Operation 7,2 Monate. Die scapholunäre Lücke wird nur bei 47 % normalisiert. Die Bandplastik ist wegen der schlechten Ergebnisse verlassen worden (5).

Eine weitere, begleitende Verletzung der distalen Radiusfraktur ist der ligamentäre oder knöcherne Bandabriß des TFCC. Die Verletzung führt zu einer Instabilität des DRUG. Der TFCC hat eine Schlüsselfunktion für Stabilität und Druckübertragung des ulnaren Handgelenkes (11,69).

Die weitestgehende Wiederherstellung der Anatomie bedingt eine Normalisierung der Bio-Mechanik, hier der Spannungsverhältnisse im TFCC (95). Das aktuelle Therapiekonzept beim TFCC- Schaden hat heute zum Ziel, so viel wie möglich dieser wichtigen Struktur zu erhalten.

Unversorgt prädisponiert diese Verletzung die Arthrose im DRUG, mit der Folge, dass deren Therapie nicht mehr rekonstruktiver Natur ist. (38,48,67).

Die Handgelenksarthroskopie bietet neben der sicheren Diagnosestellung in vielen Fällen auch therapeutische Möglichkeiten. (11,96).

Bisher vorliegende kurz- und mittelfristige Ergebnisse zeigen, dass ein differenziertes Behandlungsvorgehen bei der distalen Radiusfraktur in loco typico eine anatomische Wiederherstellung in einem hohen Prozentsatz ermöglicht. Parallel positiv korrelierend ist hierzu das gute funktionelle Ergebnis (7, 52, 54, 74, 92, 97). Andererseits korreliert eine bestehende Schmerzsymptomatik nicht immer mit einem schlechten funktionellen Ergebnis. Eine schmerzfreie Handgelenksfunktion wird eher erreicht, wenn neben einer möglichst exakten Reposition und Retention der Radiusfraktur eine physiologische Stellung der Carpalknochen und des distalen Radioulnargelenkes besteht (10, 37, 45, 51).

Treten Schmerzen zu einem späteren Zeitpunkt auf, können diese Folgen einer sich entwickelnden Arthrose radioulnar, carporadial oder intercarpal sein (56, 99, 70, 91, 108). Als häufigstes Funktionsdefizit nach Behandlung distaler Radiusfrakturen wird die Einschränkung der Supinationsfähigkeit als Folge einer Verkürzung des Radius und damit Läsion des DRUG genannt (26, 52, 54, 74, 32, 88).

Diskutiert als mögliche Ursache hierfür wird auch eine Schrumpfung und Fibrosierung der Kapsel des DRUG, die hierbei besonders die palmaren Kapselanteile, bei ansonsten in korrekter Stellung ausgeheilte Fraktur (95, 47) betrifft.

## **2.6 Posttraumatische Komplikationen nach distaler Radiusfraktur**

Die wichtigsten posttraumatischen Komplikationen nach distaler Radiusfraktur sind die sympathische Reflexdystrophie (SRD) und das Karpaltunnelsyndrom (KTS).

Nach SIEBERT (99) gelten Maßnahmen wie eine Nachreposition mit grober Manipulation am 2.–6. Tag, ein enger, nicht korrekt anmodellierter Gipsverband, eine unphysiologische Stellung des Handgelenkes mit mehr als 10° Palmarflexion und Ulnarabduktion oder eine Fixateur externe Behandlung über 6 Wochen als prädisponierend für die Entwicklung einer SRD (52, 54, 74, 91, 97).

Fixationen des Handgelenkes in 30° Palmarflexion ( Schede-Stellung) zur Retention des Ergebnisses sind strikt abzulehnen .Die Ausbildung einer SRD kann deletäre Folgen für die Funktion der Hand haben (70,91,108).

Der Nervus medianus ist auf Grund seiner anatomischen Lokalisation beim Kompartmentschaden des Unterarms der am häufigsten und schwersten betroffene Nerv (71). Während er unter anatomischen Bedingungen in gerader Linie in den Karpalkanal eintritt, muß er bei Dorsalkippung des distalen Radiusfragmentes in dorsopalmarer Ebene eine s-förmige Kurve beschreiben, um vom Unterarm in die Hohlhand zu gelangen. MÜLLER (64) sieht dadurch die Möglichkeit einer Druckschädigung des Nervs an der unphysiologischen Engstelle vor Eintritt in den Karpalkanal, von palmar durch die proximale Kante des Retinaculum, von dorsal durch die vorstehende, vordere Speichenlippe. Eine zusätzliche Schädigung ist durch eine chronische Dehnung und Verlängerung des Weges möglich (28).

Der Druck im Karpalkanal beim gesunden Handgelenk in Neutralposition liegt unter 5 mm Hg (71).Bei der distalen Radiusfraktur wird eine Erhöhung auf 15 – 24 mm Hg gefunden (28, 71). PETERSEN (71) fand steigende Druckverhältnisse in Abhängigkeit des Frakturtyps, bei A3-Frakturen auf 23,4 mm Hg, bei C2-Frakturen auf 27,7 mm Hg. Flexion und Extension führen zu weiteren Drucksteigerungen, 20° Flexion auf 27 mm Hg und bei 40° auf 47 mm Hg. Kritisch erhöhte Druckwerte werden im Karpalkanal auch schon bei relativ geringen Schwellungen gemessen. Die Drucksteigerung steht in Abhängigkeit zum Ausmaß des Frakturhämatoms, zum Intervall zwischen Unfallereignis und Frakturversorgung und zum Ausmaß der Manipulation unter der Reposition (71).

Patienten, die im Verlauf der Behandlung eine SRD ausbilden, haben überdurchschnittlich hohe Druckwerte von über 50 mm Hg im Karpalkanal. Aus diesem Grund wird von einigen Autoren bei offener Reposition und Osteosynthese der distalen Radiusfraktur eine routinemäßige Spaltung des Karpalkanals gefordert.



## 2.7    Therapeutisches Vorgehen

Anzustreben ist bei der distalen Radiusfraktur also eine Reposition, die zu keiner weiteren Traumatisierung der Weichteile führt sowie eine dem Frakturtyp angepasste Methode der Retention, die in der Lage ist, eine Ausheilung in anatomiegerechter Stellung zu gewährleisten.

An therapeutischen Möglichkeiten stehen neben der geschlossenen Reposition und Gipsbehandlung operative Maßnahmen der Spickdraht-, Fixateur externe- und Plattenosteosynthese zur Wahl (34,39, 43, 45, 80).

Die operative Versorgungsmethode hängt ab vom Alter und der Compliance des Patienten, dem Frakturtyp, der Knochenqualität, der Logistik und der Erfahrung der versorgenden Einrichtung (50,76,85).

Operative Verfahren werden dann gewählt, wenn konservativ eine gute Fragmentstellung und -fixation nicht zu erreichen ist. Indikationen zur Osteosynthese sollten immer frühzeitig gestellt werden, um durch eine frühe Mobilisierung das Behandlungsergebnis positiv beeinflussen zu können.

Plattenosteosynthesen wurden als Indikation bei Frakturen vom Typ A3, B2, C1 und C2 gesehen. Frakturen der Formen C2 und C3 waren eine Domäne des Fixateur externe (79). Der Nachteil des dorsalen Zugangs bei der Plattenosteosynthese besteht in der geringen Weichteildeckung im Bereich des dorsalen Handgelenkes und der räumlichen Nähe zu den Strecksehnen (93). SCHNEEBERGER empfiehlt, die Plattenosteosynthese der C3-Frakturen mit einer Spongiosaplastik zu kombinieren (32,35,72,73,94).

KUNER empfiehlt den Einsatz des Fixateur externe bei den C-Frakturen als Methode der Wahl. Er erzielte in 84 % der Fälle gute und sehr gute Ergebnisse nach Sarmiento, gleichzeitig resultiert eine relativ hohe Komplikationsrate mit 10,5 % Reflexdystrophien, 5,3 % Infektionen, 4 % Karpaltunnelsyndromen und 2,6 % Redislokationen (49). Der Fixateur externe ist mit dem Nachteil behaftet, dass ein Längenausgleich des Radius nur temporär gelingt und Gelenkstufen kaum zu beeinflussen sind (20,8,2,14,57,79).

FRANCK verglich in einer Studie die Ergebnisse bei der Verwendung eines nicht-gelenküberbrückenden Fixateur externe mit der Versorgung durch perkutane Kirschnerdrähte und Gipsbehandlung. Eingang fanden hier nur A2- und A3-Frakturen. Vorteile sahen sie beim Fixateur externe in der frühzeitigen, funktionellen Therapie, der einfacheren Frakturposition und der geringeren Einschränkung der Patienten im Alltag. Das erreichte funktionelle Ergebnis war annähernd gleich (25).

Die Tatsache, dass mit zunehmender Verletzungsschwere und höhergradigen Instabilitäten schlechtere radiologische Ergebnisse toleriert werden müssen, ist keine akzeptable Lösung (6,106,100,19,36,40,58,55,80,87).

Frakturheilungsunabhängige Komplikationen, wie die genannten Einengungen des Karpalkanals mit bis zu 12 % (64), die sympathische Reflexdystrophie mit bis zu 9 % (51), 3 % Wundinfekte und 2 % Implantatlockerungen (64) werden nach den genannten operativen Stabilisierungsverfahren immer wieder beobachtet (43,20).

EINGARTNER hatte bei Plattenosteosynthesen bis 11,6 % Reflexdystrophien und erreichte bei den C2- und C3-Frakturen überwiegend nur befriedigende Ergebnisse (20).

Da die klinischen und radiologischen Ergebnisse nach operativer Stabilisierung trotz exakter Indikationsstellung und standardisierter Operationstechnik nicht immer befriedigend waren, wurde nach neuen Verfahren zur operativen Stabilisierung gesucht.

RING und JUPITER (84) entwickelten 1996 ein neues Plattendesign für die interne Fixierung des distalen Radius (Abb. 3).

Sie führten mit dieser Platte die dorsale Fixation durch. Wichtigster Vorteil der stabilen, internen Fixation ist die sichere, frühe Mobilisierung (83). In einer ersten Serie versorgten sie 22 Patienten, 18 davon primär winkelstabil. Das bedeutet, dass die richtungsstabile Fixierung der Bolzen im T-Schenkel des Plattenimplantates eine nachträgliche Veränderung des Platten-/Schraubenwinkels unmöglich macht. Der Winkel der distalen Radiusgelenkfläche im Repositionsergebnis ist somit weder radio-ulnar als auch dorso-palmar veränderbar.

Alle Patienten erhielten zusätzlich eine Spongiosaplastik. Der präoperative radio-ulnare Index, die Änderung der physiologischen Distanz

zwischen horizontaler, distaler Radius- und Ulnagelenkfläche von 2 mm, lag bei 1 – 10 mm, die dorso-palmare Abweichung bei 0 – 40°, der radio-ulnare Winkel bei 5-24°.

Nach Ablauf von 6 Wochen fanden sie bei knöcherner Konsolidierung keinen radiologischen Korrekturverlust. Die klinischen Kontrollen des Bewegungsausmaßes nach 6 Monaten ergaben im Vergleich mit der gesunden Seite Ergebnisse bei der Dorsalextension/Volarflexion von 75 %, der Radialabduktion/Ulnarabduktion von 76 % und der Pronation/ Supination von 87 % (84).

### **3. Ziel der Arbeit**

In der vorliegenden Arbeit soll überprüft werden, ob die Technik der winkelstabilen Fixation einer von palmar applizierten Plattenosteosynthese der distalen Radiusextensionsfraktur Vorteile gegenüber einer in konventioneller Technik angebrachten T-Platte bietet.

### **4. Material und Methode**

In die prospektive Studie wurden alle Patienten aufgenommen, die in der Zeit von 01/98 - 12/99 wegen einer distalen Radiusextensionsfraktur vom AO-Typ 23 A3,C1, C2 und C3 in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie am Helios- Klinikum in Erfurt mit einer palmaren winkelstabilen Plattenosteosynthese versorgt wurden. Von allen winkelstabil versorgten Patienten wurden die radiologischen Ergebnisse praeoperativ, postoperativ sowie 6 Wochen post operationem ausgewertet. Klinisch nachuntersucht wurde nach einem standardisierten Untersuchungsbogen (s. Anhang 1) frühestens 6 Monate nach der Operation.

Die Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchungen der Patienten wurden verglichen mit einem Patientenkollektiv, welches an derselben Klinik im Zeitraum vom Januar 1996 bis zum Dezember 1997 wegen einer distalen

Radiusextensionsfraktur mit einer konventionellen T-Platte von palmar versorgt wurde. Diese Nachuntersuchungen wurden in einer vorangegangenen Arbeit nach den gleichen Kriterien von BAUSCHKE (7) durchgeführt.

Verwendet wurden als Implantate konventionelle 3,5 mm- T- Radiusplatten und 2,4/2,7 mm distale T- Radiusplatten mit Bolzen, (Titan, Synthes®).

Abb. 3 verwendete Implantate

Links winkelstabile, distale Radius-T-Platte (2,4/2,7 mm, Synthes)

Rechts konventionelle Radius-T-Platte ( 3,5mm Synthes)

Die Bewertung der radiologischen Ergebnisse erfolgte mit Hilfe des Score-Systems der AO-Arbeitsgruppe „Distaler Radius“ (75), wobei vier Hauptkriterien berücksichtigt wurden. Neben dem radio-ulnaren Index, der Änderung der physiologischen Distanz zwischen horizontaler, distaler Radius- und Ulnagelenkfläche von 2 mm, als Maß für die Radiusverkürzung und der Bewertung von Gelenkstufen bzw. Diastasen fanden die Radial- und Dorsalkippung der radio-carpalen Gelenkfläche, der radio-ulnare und dorso-palmare Winkel, eine Berücksichtigung.

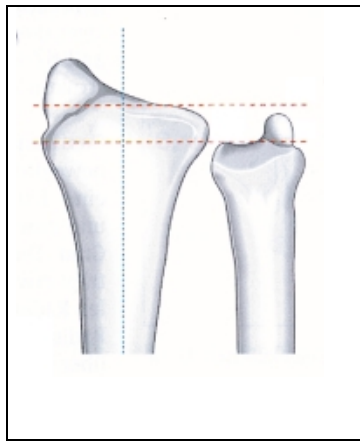


Abb. 4 Radio-ulnarer Index  
Physiologischer Vorschub der distalen Radius-  
Gelenkfläche von 2 mm

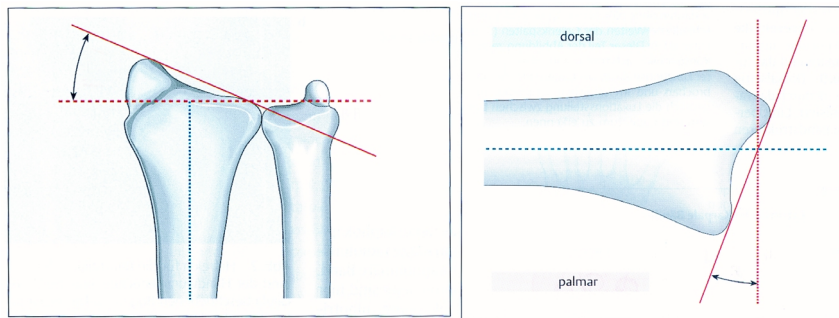


Abb. 5 Radio-ulnarer Winkel,  
Physiologischer Winkel von  
15° der distalen Radiusgelenk-  
fläche

dorso-palmarer Winkel  
Kippung der Radiusgelenkfläche um  
10° nach palmar

Bei den A-Frakturen wurden Ergebnisse mit 5 Punkten als gelungen, mit <20 als tolerabel und über 20 Punkten als unbefriedigend beschrieben. Bei den C-Frakturen waren Ergebnisse mit 7 Punkten gelungen, mit <25 Punkten tolerabel und mit über 25 Punkten als unbefriedigend beschrieben. ( s. Anhang 2)

Zur Bewertung der funktionellen Ergebnisse wurden aus den zahlreichen, in der Literatur kontrovers diskutierten Score-Systemen drei Verfahren ausgewählt.

Unter Berücksichtigung der wesentlich erscheinenden klinischen Kriterien wurden das Punkteschema von COONEY und BUSSEY (13) als Modifikation der GREEN und O'BRIEN-Klassifikation (31) und die GREEN und O'BRIEN- Klassifikation selbst herangezogen.

Nach COONEY und BUSSEY wird mit jeweils 25 Punkten der Charakter der Schmerzsymptomatik, die Bewältigung der täglichen Arbeit, die Beweglichkeit im Handgelenk und die grobe Kraft bewertet. Patienten mit mehr als 90 Punkten galten als „sehr gut“, mit mehr als 80 Punkten als „gut“ und mit über 65 Punkten als „ausreichend“ ( s. Anhang 3) (13).

### **Score nach GREEN und O'BRIEN**

Bewertet werden Häufigkeit und Qualität des Schmerzes, die Auswirkung von Funktionseinschränkungen auf die Belastbarkeit und Einschränkung der früheren Tätigkeit, der Bewegungsausschlag bei der Dorsalextension/Palmarflexion und die Einschränkung der rohen Kraft. Ausgezeichnete Ergebnisse werden mit jeweils 25 Punkten bewertet, gestaffelt bis null Punkte bei schlechten Ergebnissen ( s. Anhang 4) (31).

### **Das Punktesystem nach SARMIENTO, GARTLAND und WERLEY**

wurde für die Restdeformität im Handgelenksbereich, die Schmerzsymptomatik mit Bewegungseinschränkungen und Einschränkungen des Gebrauchswertes der Hand, die Bewegungsausschläge im Handgelenk sowie die Komplikationen mit arthrotischen Veränderungen und Medianusproblemen erfasst.

Die Bewertung erfolgt mit einem Punkte-Score von 0-6 Punkten. Bei der Beurteilung galten 0-2 Punkte als ausgezeichnetes Ergebnis, 3-8 Punkte als gut, 9-20 Punkte als mäßig und über 20 Punkte als schlechtes Ergebnis (s. Anhang 5) (41,27).

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte nach dem Chi-Quadrat-TEST, in der Fassung der Statistical-Software-Version 1.0 der Jandel-Corporation, Copy-Right 1992-1994.

## Operatives Vorgehen

### Narkose/Lagerung

Der Eingriff erfolgt in pneumatischer Blutleere und kann sowohl in Regionalanästhesie als auch in Allgemeinanästhesie vorgenommen werden. Der Patient wird auf dem Rücken mit auf dem Armtisch ausgestrecktem Arm gelagert. Der Unterarm wird frei beweglich steril abgedeckt. Der Operateur sitzt im Winkel zwischen Körper und Arm des Patienten, der Assistent im Winkel zwischen Arm und Kopf. Der Bildverstärkerarm kann somit von distal her über die verletzte Extremität gefahren werden.

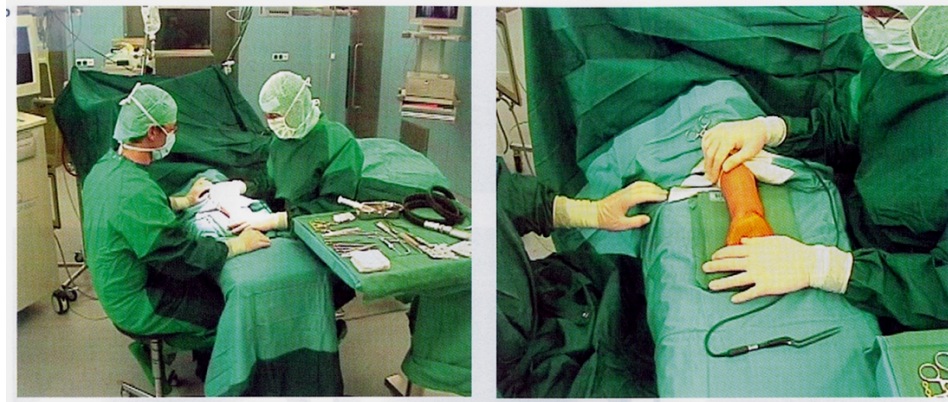


Abb. 6 Lagerung des Pat. und Sitzposition der Operateure

### Zugang/Anatomie

Favorisiert wurde der radio-palmare Zugang zum distalen Radius radial der Sehne des M. flexor carpi radialis. Er stellt einen komfortablen Zugang zur palmaren Plattenosteosynthese bei distalen Radiusfrakturen dar. Bei der Hautinzision sollte das Kreuzen der Handgelenksbeugefalten vermieden werden. Hierbei werden nach Präparation durch die Fascia antebrachii in Höhe der Sehnenscheide dieser Leitstruktur die A. radialis und durch Abschieben aller Fingerbeugesehnen nach ulnar der N. medianus inklusive des Ramus palmaris nervi mediani in aller Regel sicher geschont. Der M. pronator quadratus wird quer zur Faserrichtung im Bereich seines radialen Ansatzes durchtrennt. Die Beugeseite des distalen Radius stellt sich nun konkav geformt dar, das distale Radiusende verbreitert sich zur Gelenkfläche hin.

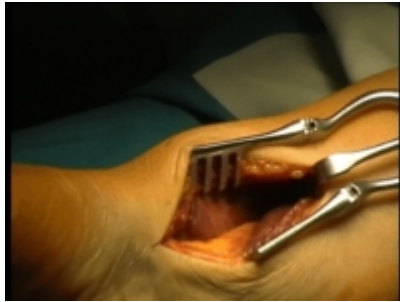


Abb. 7 Radio- palmarer Zugang zum distalen Radius

Nach Darstellen der Fraktur wird die palmare Platte an das dislozierte, distale Fragment angepasst und über eine Bohrhülse ein Kirschnerdraht eingebracht. Unter Ausnutzung der Hebelwirkung des KD- Drahtes und das Anlegen des Plattenschaftes an den Radius wird das distale Fragment im Bereich der einsehbaren volaren Kortikalis ideal reponiert.







Abb. 8 Reposition mit Platte

Besondere Beachtung wurde der Wiederherstellung der Längenverhältnisse zwischen Radius und Ulna und der Beseitigung von Gelenkstufen geschenkt. Zur Retention des Repositionsergebnisses wurde die palmare Platte so fixiert, daß die distalen Schrauben und Bolzen möglichst subchondral unter der radio-carpalen Gelenkfläche eingebracht werden konnten. Ein ulnares Schlüsselfragment wurde, falls vorhanden, bewusst in die Osteosynthese mit einbezogen (67).

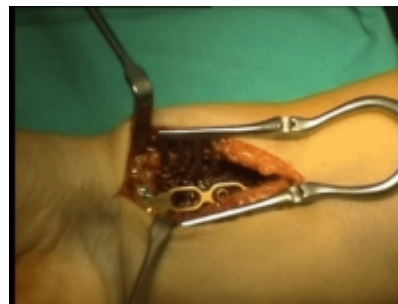
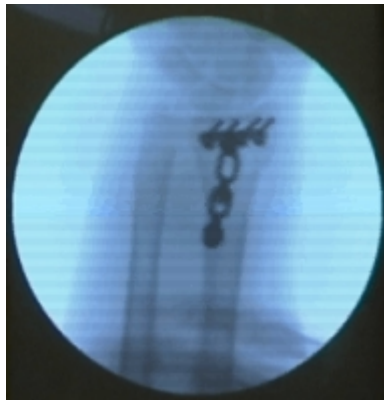


Abb. 9 Ergebnis nach winkelstabiler Osteosynthese

Eine Spongiosaplastik mit Beckenkamm-spongiosa erfolgte in drei Fällen. Nach Einlage einer Redon-Drainage und schichtweisem Wundverschluß wurde bei winkelstabilem Implantat eine volare Gipsschiene angelegt. Im weiteren Verlauf der Behandlungsserie wurde auf autologe Spongiosaplastiken verzichtet, da die exakte interne, winkelstabile Fixierung der volaren Kortikalis durch das Plattenimplantat nach dem Zuggurtungsprinzip das Auffüllen von dorsalen Trümmerzonen nicht erforderlich macht. Abweichungen von diesem Schema kamen in Abhängigkeit von der Knochenqualität vor und wurden vom Operateur definiert.

## **5. Ergebnisse**

Im Zeitraum vom 01.01.1998 – 31.12.1999 wurden in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungs-Chirurgie am Helios- Klinikum in Erfurt 71 Patienten wegen einer Extensionsfraktur am distalen Radius mit einer winkelstabilen Osteosynthese versorgt.

### **5.1. Alters- und Geschlechtsverteilung**

Es handelte sich um 43 weibliche und 28 männliche Verletzte. Das entspricht einem Verhältnis von 3,25:1.

Der Altersdurchschnitt lag bei 55,6 Jahren (20-81 Jahre). Bei den Frauen fand sich ein Altersgipfel zwischen dem 60. und 80. Lebensjahr, bei den Männern zwischen dem 30. und 50. Lebensjahr .

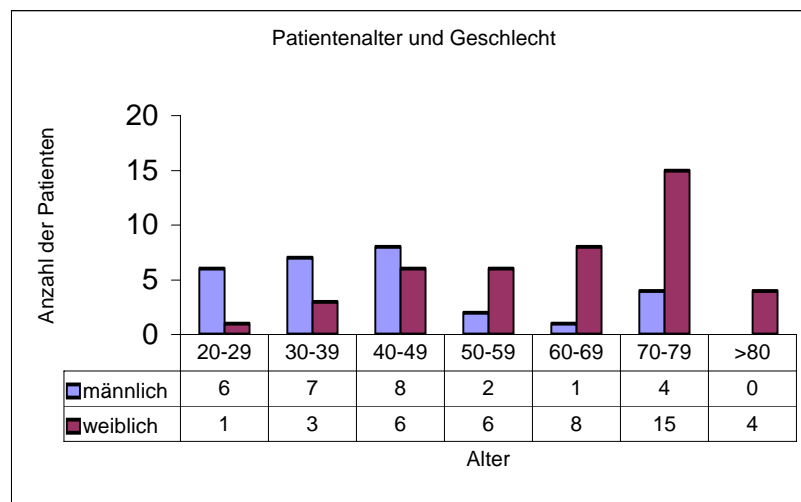


Abb. 10 Alters und Geschlechtsverteilung

31 Patienten (43,66 %) hatten eine Verletzung des rechten Armes. Bei 40 Patienten (56,34 %) handelte es sich um eine Verletzung des linken Armes.

## 5.2. Frakturklassifikation

Die Einteilung des Frakturtyps nach der AO-Klassifikation ergab 28x eine Fraktur vom Typ AO 23A3, 16x eine Fraktur vom Typ AO 23C1, 17x eine Fraktur vom Typ AO 23C2 und 10x eine Fraktur vom Typ AO 23C3 .

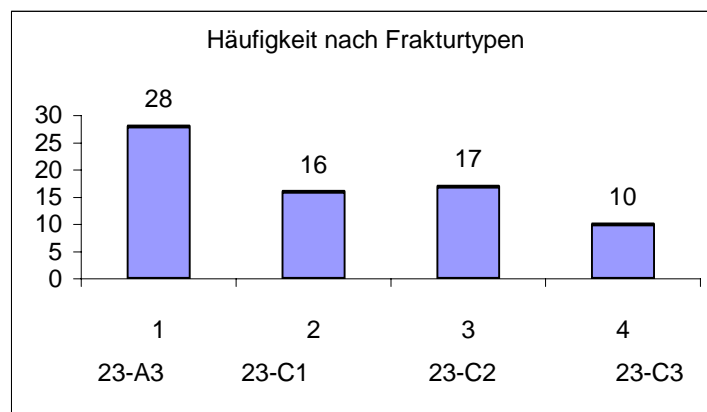


Abb.11 Häufigkeit nach Frakturtyp

Die Häufigkeit des Auftretens eines Frakturtyps im Verhältnis zum Patientenalter ergab die folgende Verteilung:

Distale Radiusfrakturen mit höhergradigen Dislokationen (Fraktur Typ AO 23C1-AO 23C3) finden sich vorwiegend zwischen dem 20. und 59. Lebensjahr. Beim älteren Patienten überwiegen die Frakturen vom Typ 23 A3.

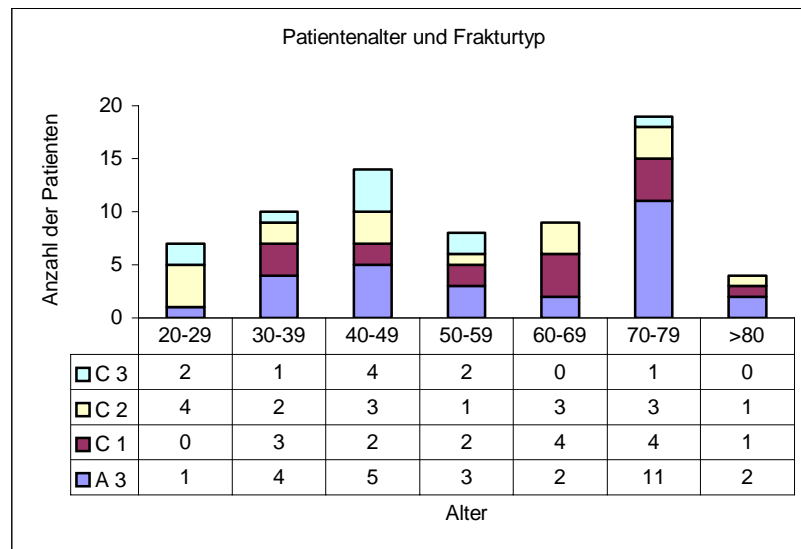


Abb. 12 Altersverteilung und Frakturtyp

51 Patienten (71,83%) wurden unmittelbar am Unfall- oder darauffolgenden Tag operiert. Bei 20 Patienten erfolgte die operative Stellung zwischen dem 2. und dem 8. Tag nach dem Unfallereignis. Die durchschnittliche Verweildauer betrug abhängig vom Verletzungsmuster 10,65 Tage (2-37 Tage). 7 Patienten (9,86%) waren polytraumatisiert.

Bei den Begleitverletzungen handelte es sich um Verletzungen im Schädelbereich (N=2), Frakturen im Halswirbel- und Brustwirbelbereich (N=2), Rippenfrakturen (N=1), und Verletzungen im Beckenbereich (N=2). Die längste Verweildauer mit 37 Tagen war bei einem Patienten durch eine Wirbelkörperfraktur bedingt. Bei 4 Patienten (5,63%) lagen Extensionsfrakturen am distalen Radius bds. vor. Bei einem Patienten wurden Radius und Ulna derselben Seite winkelstabil versorgt. Einmal fand sich eine zusätzliche Scaphoidfraktur, einmal eine scapholunäre Dissoziation.

Primär operativ versorgt wurden 63 Patienten (88,73 %). 8 dieser 63 Patienten wurden zunächst wegen höhergradiger Instabilitäten und vorliegender Begleitverletzungen operativ mit dem Fixateur externe stabilisiert. Zwischen dem 4. und 10. postoperativen Tag wurde der Verfahrenswechsel zur winkelstabilen Osteosynthese möglich.

Bei zwei weiteren Patienten erfolgte aus gleichem Grund die operative Stabilisierung der Fraktur mit Fixateur externe und winkelstabiler Platte.

8 Patienten (11,27%) wurden wegen einer sekundären Dislokation der Fraktur im Gipsverband operativ winkelstabil versorgt.

Die postoperative Verweildauer der monoverletzten Patienten betrug 8,1 Tage (2-14 Tage). Bei den mehrfachverletzten Patienten betrug die durchschnittliche Behandlungsdauer im stationären Bereich 21,2 Tage (4-37 Tage). Die ambulante Behandlung wurde nach durchschnittlich 9,4 Wochen (4-28 Wochen) abgeschlossen.

14 Patienten wurden im berufsgenossenschaftlichen Heilverfahren nachbetreut.

Postoperativ wurde nach winkelstabiler Versorgung der Fraktur eine volare Gipsschiene angelegt, aus der heraus am 2.-3. postoperativen Tag mit der frühfunktionellen Beübung begonnen wurde. In der Regel wurde die volare Gipsschiene nach Abschluß der Wundheilung, längstens nach Ablauf der 2. postoperativen Woche, entfernt.

Bei 21 Patienten wurde durch den Operateur, vor allem am Anfang dieser Serie, ein zirkulärer Unterarmgips angelegt.

Materialentfernungen wurden nur ausnahmsweise, bei spezieller Indikation, durchgeführt (Materialdislokationen, Korrekturverlust, postoperativem Karpaltunnelsyndrom)(siehe Abb. 14).

### 5.3. Ergebnisse der Nachuntersuchungen

Von den 71 mit einer winkelstabilen Osteosynthese operativ versorgten Patienten konnten 59 (83,1%) nachuntersucht werden.

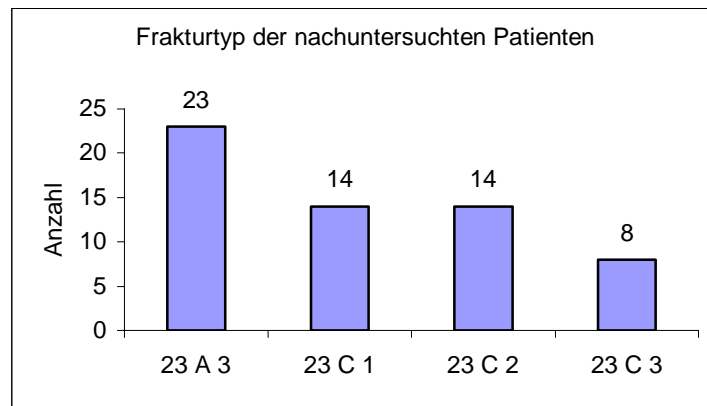


Abb.13 Frakturtyp der nachuntersuchten Patienten

Das entspricht 82,14 % der 23 A3-Frakturen, 87,5 % der 23C1-Frakturen, 82,35 % der 23C3-Frakturen und 80 % der 23C3-Frakturen.

Die Nachuntersuchungen fanden frühestens 6 Monate post operationem statt. Die mittlere Katamnese betrug 13,2 Monate.

Als Komplikationen waren zu diesem Zeitpunkt ein postoperatives Karpaltunnelsyndrom (23A3-Fraktur) sowie 3 vorzeitige Materialentfernungen auf Grund von Fehllagen winkelstabiler Schrauben und Bolzen zu Beginn der Serie (23A3-Fraktur, n=1, 23C1-Fraktur, n=1, und 23C2-Fraktur;n=1) aufgetreten.

Abb.14 Frühkomplikationen nach winkelstabiler Osteosynthese

Bei der Beurteilung der Schmerzqualität klagten 3 Patienten (5,08%) über eine Wetterfühligkeit.

4 Patienten (6,78%) gaben eine Schmerzsymptomatik bei Rotationsbewegungen des Unterarmes an. Alle 8, primär mit einem Fixateur externe versorgten, hatten sowohl Rotationsbeschwerden als auch Schmerzen bei stärkerer Belastung (13,56%). Eine Patientin hatte eine erhebliche Ruheschmerzsymptomatik.

Diese Gruppe der Patienten mit postoperativen Beschwerden hatte auch mit 8-28 Wochen eine deutlich verlängerte postoperative Therapiedauer.

Die Entfernung des Osteosynthesematerials bei den fehlimplantierten winkel-stabilen Schrauben erfolgte zwischen der 4. und 12. postoperativen Woche. Alle 3 Patienten resultieren aus einer frühen Phase der Behandlungsserie und sind möglicherweise dem Bemühen einer knappen subchondralen Einbringung der Implantate geschuldet (Lernkurve).

Das postoperative Karpaltunnelsyndrom wurde in der 12. postoperativen Woche bei gleichzeitiger Materialentfernung versorgt.

Postoperative Schmerzsymptomatik						
Pat.	Alter	Geschl.	Fraktur	Schmerzangabe bei	Wechsel v. Fixateur	p.o. Therapiedauer
F.,S.	67	W	C 1	Wetterwechsel		6
D.,A.	44	W	C 1	-, -		6
Z.,F.	73	M	A 3	-, -		5
S.,D.	55	W	A 3	Rotationsbewegung		12
R.,A.	37	W	C 2	-, -		6
R.,I.	68	W	A 3	-, -		12
T.,L.	42	M	C 2	-, -		10
K.,B.	50	W	C 2	Rotation u. Belastung	+	14
B.,G.	71	W	A 3	-, -	+	18
R.,D.	60	W	C 1	-, -	+	8
H.,J.	33	M	C 1	-, -	+	8
G.,D.	24	M	C 3	-, -	+	12
R.,B.	48	W	C 3	-, -	+	16
K.,J.	48	M	C 3	-, -	+	18
N.,M.	25	W	C 2	-, -	+	14
W.,B.	50	W	A 3	Ruheschmerz	+	18

Abb.15 Postoperative Schmerzsymptomatik

56 der 59 nachuntersuchten Patienten (94,92%) konnten uneingeschränkt ihrer früheren Tätigkeit nachgehen. Zu einer Einschränkung, die eine Wiederaufnahme der alten Tätigkeit unmöglich machte, kam es in keinem Fall.

Der Faustschluß der Hand und die Streckfähigkeit der Finger waren nur in einem Fall eingeschränkt. Es handelte sich dabei um die Patientin mit der Ruheschmerzsymptomatik.

Die grobe Kraft wurde mit einem Yamar-Handdynamometer der Firma Baseline gemessen. Es kam zu keiner Minderung über 50 %.

Bei 2 Patienten (3,39%) war es postoperativ zu Sensibilitätsstörungen gekommen. Dabei handelte es sich in einem Fall um den Patienten mit dem posttraumatisch aufgetretenen Karpaltunnelsyndrom, wo zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch Sensibilitätsstörungen im Bereich des 2. und 3. Fingers bestanden (5 Monate nach operativer Versorgung des Karpaltunnelsyndroms). Bei dem zweiten Patienten bestanden Sensibilitätsstörungen im Bereich der Operationsnarbe ( Pat. S.D., weibl., A 3-Fraktur).

Die durchgeführten Umfangsmessungen im Unterarm- und Handbereich ergaben keine signifikanten Unterschiede zur gesunden Seite.



### 5.3.1. Bewegungsumfang im Seitenvergleich

#### 5.3.1.1. Dorsalextension/Volarflexion (DE/VF)

9 der nachuntersuchten Patienten (15,25%) hatten eine Einschränkung der DE der operierten Hand von 20-35° im Vergleich zur gesunden Seite.

Bei der VF bestand bei 12 Patienten (20,34 %) eine Einschränkung zwischen 20 und 30°. Eine Beziehung zu den Patienten mit der eingeschränkten DE bestand dabei grundsätzlich nicht.

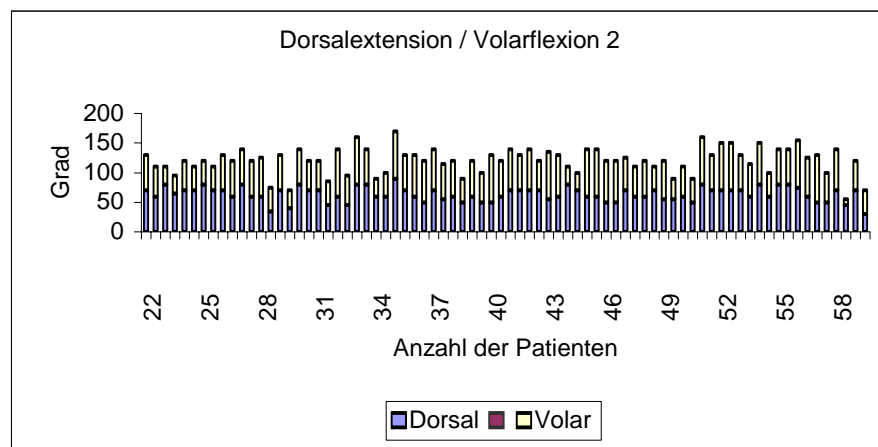
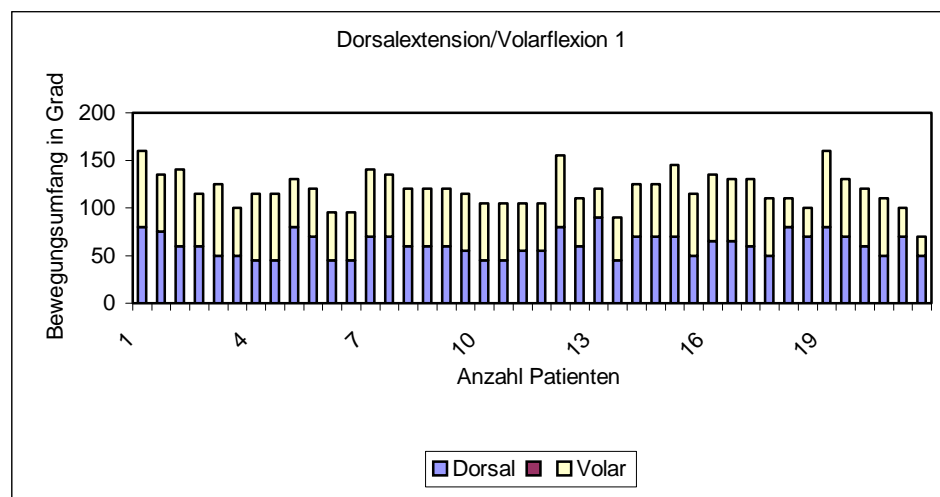


Abb.16 und 17 Dorsalextension/ Volarflexion

### 5.3.1.2 Radialabduktion/Ulnarabduktion ( RA/ UA )

Bei 11 der 59 Patienten (18,64%) bestand eine Einschränkung der RA zwischen 10 und 15°. Eine Einschränkung der UA im gleichen Bewegungsausmaß wiesen 20 Patienten (33,89%) auf.

8 Patienten dieser Gruppe hatten sowohl eine Einschränkung der Radial- als auch der Ulnarabduktion.

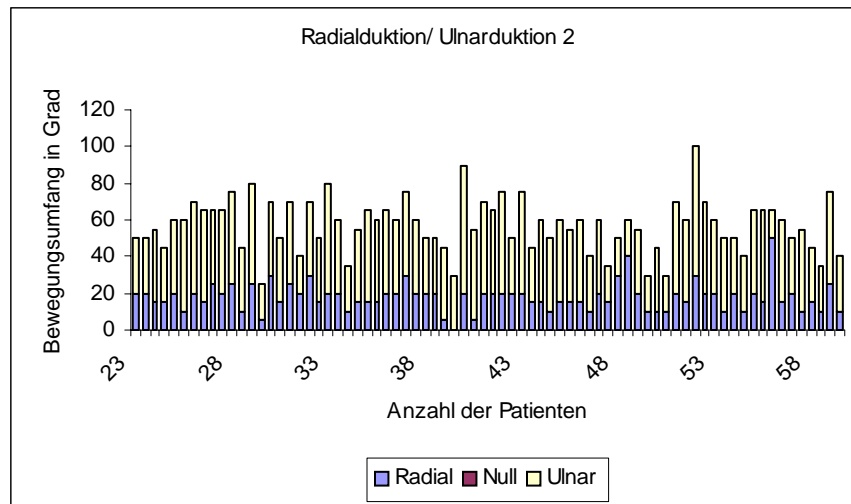
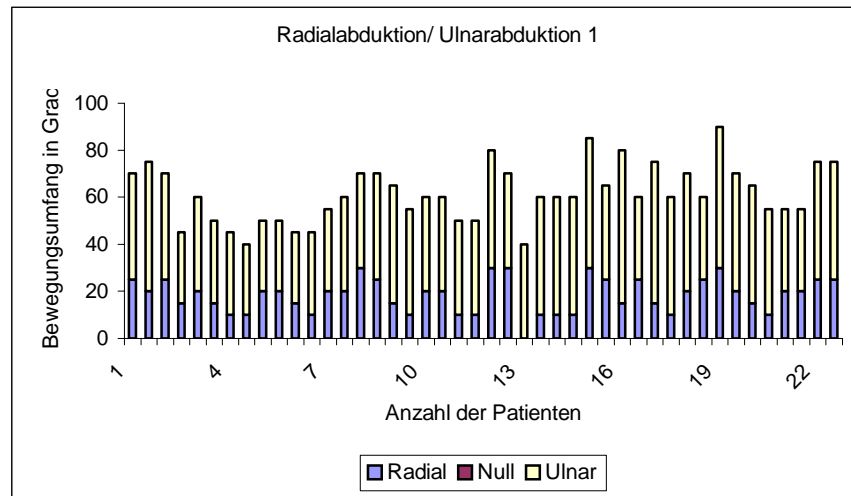


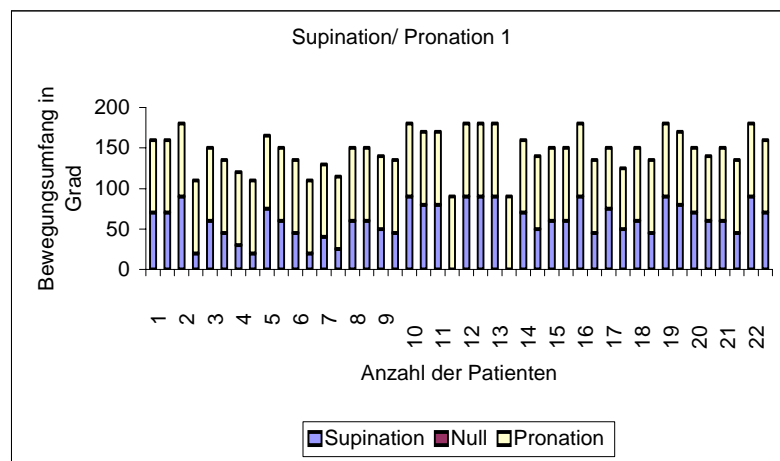
Abb. 18 und 19 Radialabduktion/ Ulnarabduktion

### 5.3.1.3. Außenrotation/Innenrotation ( AR/ IR )

21 der nachuntersuchten Patienten (35,59%) wiesen eine Einschränkung der Außenrotation der operierten Hand auf.

Der Umfang der Bewegungseinschränkung lag zwischen 20 und 90° im Vergleich zur gesunden Seite. Betroffen davon waren Patienten im Alter zwischen 31 und 80 Jahren. Es bestand keine Korrelation zu der Schwere der knöchernen Verletzung (23A3-Fraktur N=10, 23C1-Fraktur N=4, 23C2-Fraktur N=5, 23C3-Fraktur N=2).

Alle Patienten, die bei der Schmerzsymptomatik über Beschwerden bei der Rotation des Unterarmes sowie bei schwerer Belastung geklagt hatten, fielen in diese Gruppe. Andererseits gab es auch Patienten mit einer deutlichen Einschränkung der Außenrotationsfähigkeit, die über keinerlei subjektive Beschwerden klagten. Die Innenrotation war bei allen Patienten seitengleich möglich.



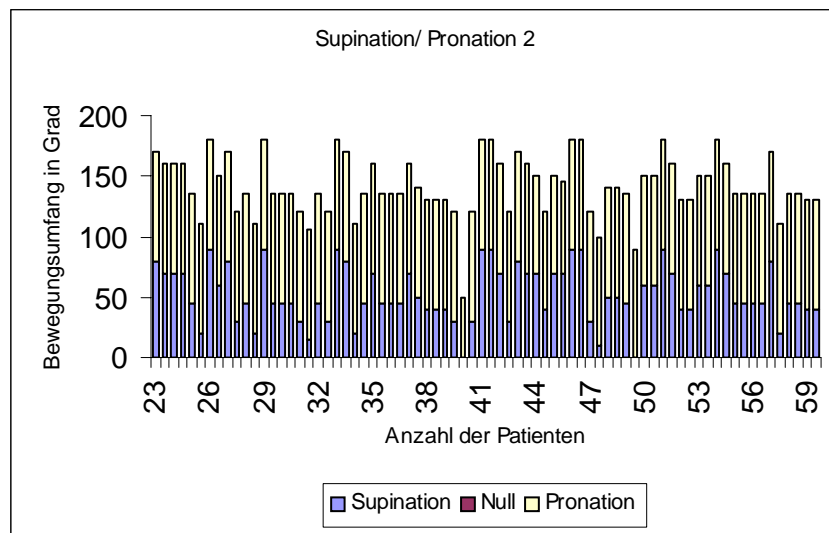


Abb. 20 und 21 Supination/Pronation

Einschränkungen im Bereich des Bewegungsumfanges im Vergleich zur gesunden Seite gab es in absteigender Häufigkeit, bei der Außenrotation mit 35,59 %, der Ulnarabduktion mit 33,89 %, der Volarflexion mit 20,34 %, der Radialabduktion mit 18,64 % und der Dorsalextension mit 15,25 %.

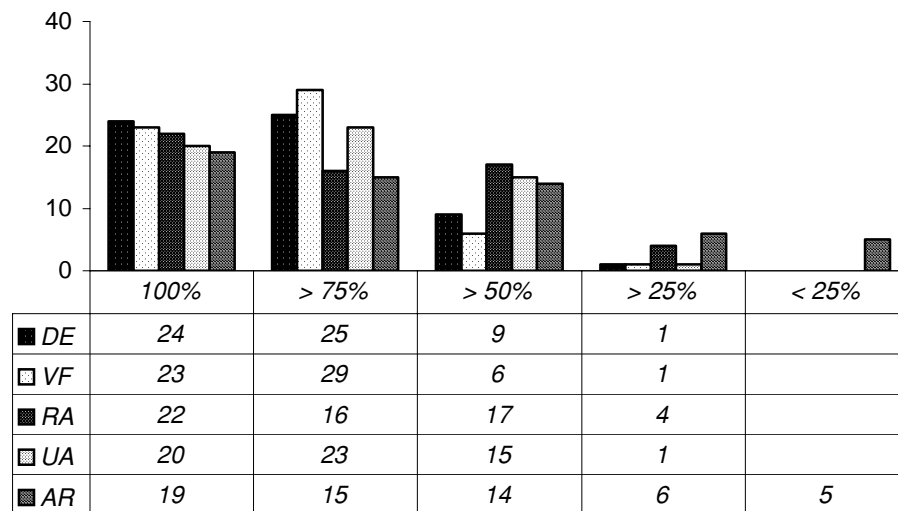


Abb. 22 Bewegungsumfang der operierten Seite

### **5.3.2. Radiologische Ergebnisse**

Ausgewertet werden konnten die radiologischen Befunde von 71 operierten Patienten.

#### **5.3.2.1. Präoperativer radiologischer Befund**

##### **5.3.2.1.1. Radioulnarer Index**

Der physiologische Vorschub der distalen Radiusgelenkfläche um 2 mm wurde in den Betrachtungen gleich „Null“ gesetzt.

67 Patienten (94,37 %) wiesen praeoperativ eine Verkürzung der distalen Radiusgelenkfläche auf. Diese lag zwischen 1 und 12 mm.

Abb. 23 Radio- Ulnarer Index praeoperativ

##### **5.3.2.1.2 Radio-ulnarer Neigungswinkel**

Bei der Bewertung der Befunde wurde eine horizontale Linie in Höhe der distalen Ulnagelenkfläche als Null-Linie angenommen. 34 Patienten (47,89%) hatten einen praeoperativ gemessenen Wert von „Null“. Bei 5 Patienten (7,04%) lag der praeoperative radio-ulnare Neigungswinkel bei

einem negativen Wert von zwischen 2 und 10°. Der posttraumatische Befund bei den übrigen Patienten lag zwischen 2 und 12°.

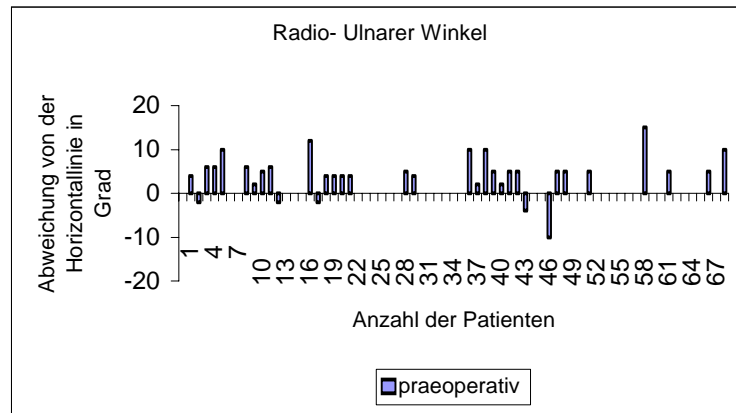


Abb. 24 Radio- Ulnarer Winkel praeoperativ

### 5.3.2.1.3. Dorsopalmarer Winkel der Radiusgelenkfläche

Der physiologische Neigungswinkel der distalen Radiusgelenkfläche von 10° nach palmar wurde gleich „Null“ gesetzt.

Da es sich um Extensionsfrakturen handelte, wiesen alle Patienten eine dorso-palmare Abweichung vom physiologischen Wert auf.

Diese Abweichung lag zwischen 10 und 35°

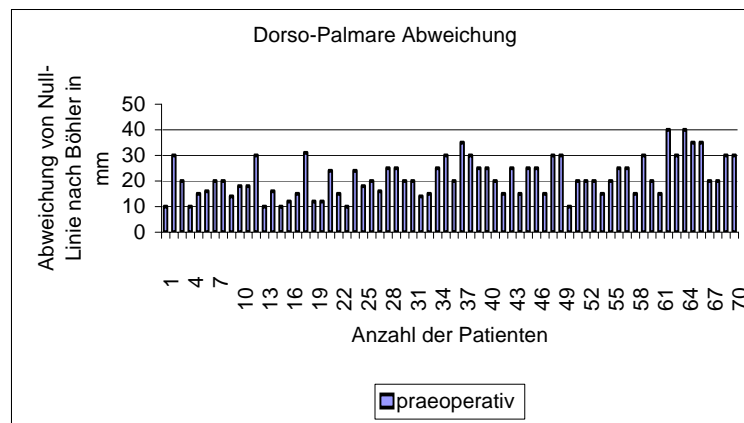


Abb. 25 Dorso- Palmare Abweichung praeoperativ

41 der 71 Patienten (57,75%) wiesen praeoperativ eine Stufenbildung bzw. Diastase in der distalen Radiusgelenkfläche auf.

Bei 11 Patienten (15,49 %) bestand zusätzlich eine Sprengung des DRUG. Als Begleitverletzung fand sich bei 58 Patienten (81,69%) ein Abbruch des Processus styloideus ulnae.

### 5.3.2.2. Postoperative radiologische Ergebnisse

#### 5.3.2.2.1. Radio-ulnarer Index

Bei 43 Patienten (60,56%) wurde postoperativ die Einstellung des Radio-ulnaren Index auf den physiologischen Null-Wert erreicht. 5 Patienten (7,04 %) hatten einen postoperativen radio-ulnaren Index von 1. 22 Patienten (30,99%) wiesen einen Wert von 2 auf. Bei einem Patienten betrug der postoperative Wert 3.

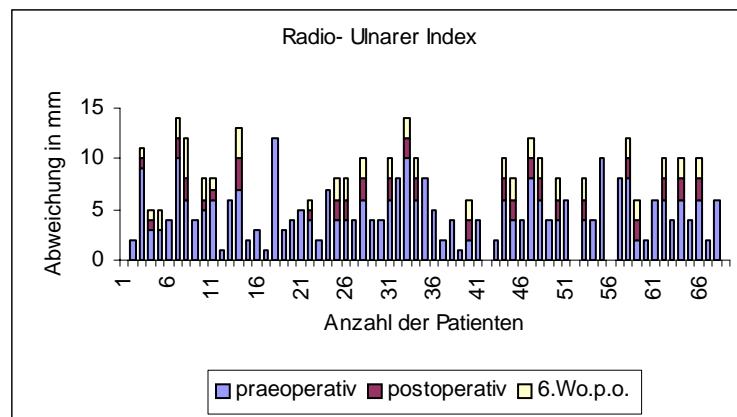


Abb. 26 Radio- Ulnarer Index

#### 5.3.2.2.2. Radio-ulnarer Winkel

Der postoperative radio-ulnare Winkel lag bei 60 Patienten (84,51%) zwischen 10 und 20°. Bei 10 Patienten (14,08%) wurde ein radio-ulnarer Winkel zwischen 5 und 8° erreicht.

Bei 1 Patienten (1,9%) war der radio-ulnare Winkel Null. Hier wurde keine Verbesserung im Vergleich zum praeoperativen Befund erzielt.

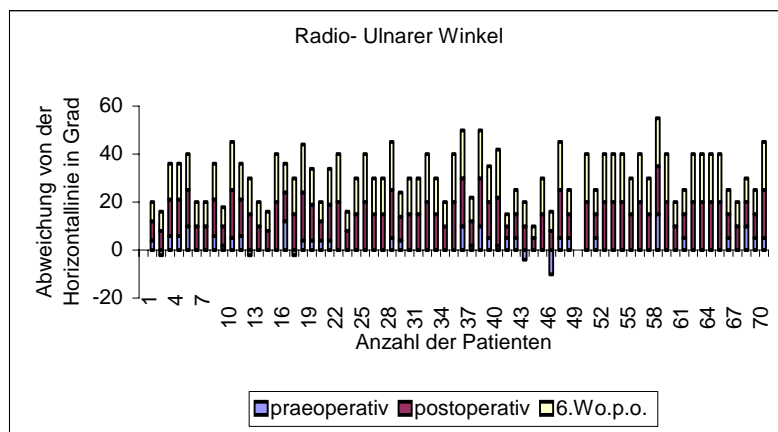


Abb. 27 Radio- Ulnarer Winkel

### 5.3.2.2.3. Dorso-palmare Abweichung

44 Patienten (61,97 %) hatten eine Korrektur der dorso-palmaren Abweichung auf einen Wert zwischen Null und 5°. Bei 24 Patienten (33,80 %) lag der Korrekturwert zwischen 6 und 10°.

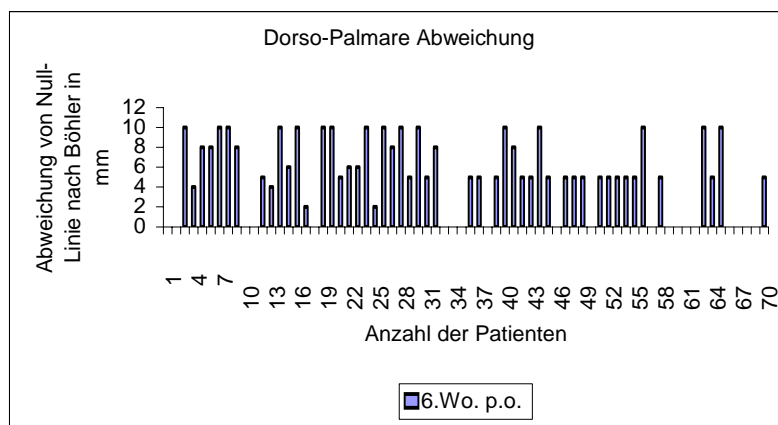


Abb. 28 Dorso- Palmare Abweichung

Die Sprengung des DRUG wurde in jedem Falle beseitigt. Bei 1 Patienten (1,9%) bestand eine begleitende Handwurzelverletzung im Sinne einer Scaphoid-Fraktur, die gleichfalls operativ versorgt wurde.

Bei diesem Patienten wurde zusätzlich das abgebrochene Fragment des Processus styloideus ulnae mit einem KIRSCHNER-Draht refixiert.



Bei 2 Patienten wurde die bestehende Stufe in der distalen Radius-Gelenkfläche nicht vollständig beseitigt. Es handelte sich dabei um eine 23C1-Fraktur (Pat. L.,S. 71J. weibl.) sowie eine 23C3-Fraktur (Pat. K.,J.48 J. männl.). Im Fall der 23C3-Fraktur führte diese Stufenbildung der distalen Radiusgelenkfläche zur vorzeitigen Materialentfernung 16 Wochen postoperativ.

### 5.3.2.3. Radiologische Ergebnisse 6 Wochen postoperativ

Bei 3 Patienten (4,23%) war es nach der 6. postoperativen Woche zu einem Korrekturverlust beim radio-ulnaren Index zwischen 1 und 2 mm gekommen. 68 Patienten hatten keine Veränderungen zum direkten postoperativen Ergebnis. Keiner der 71 winkelstabil versorgten Patienten wies im Bereich des radio-ulnaren Winkels und der dorso-palmaren Abweichung einen Korrekturverlust auf.

### 5.3.3. Radiologische Ergebnisse nach dem Score-System der „Arbeitsgemeinschaft Distaler Radius“

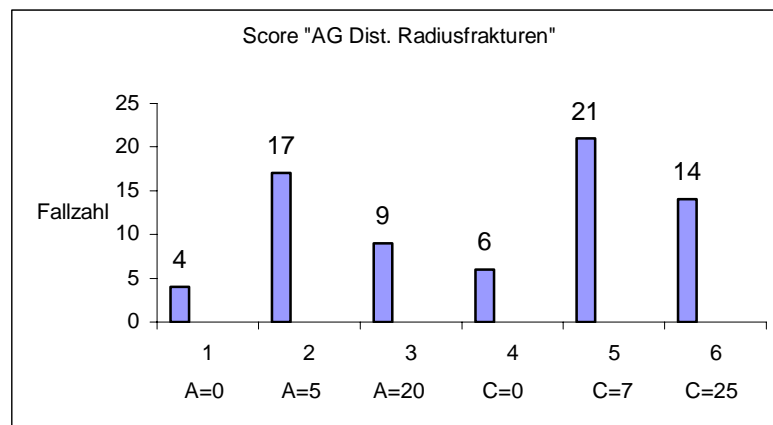


Abb. 29 Score „AG Distaler Radius“

Bei den 23 A3-Frakturen konnten 4 Patienten (13,33%) als ideal, 17 Patienten (56,67 %) als gelungen bezeichnet werden.

9 Patienten (30 %) der 23A3-Frakturen erreichten ein tolerables Ergebnis. Bei den 23 C-Frakturen zeigten 6 Patienten (14,63 %) ein ideales und 1 Patient (51,22 %) ein gelungenes Ergebnis.

14 Patienten (34,15 %) der C-Frakturen konnten als tolerabel bezeichnet werden. Unbefriedigende Ergebnisse gab es nach diesem Score keine.

#### 5.3.4. Funktionelle Ergebnisse mit dem Score-System nach Cooney und Bussey

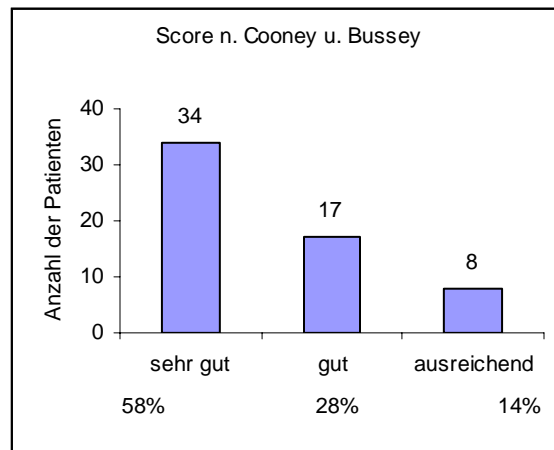


Abb.30 Score n. Cooney und Bussey

58 % der Patienten (n=34) erreichten klinisch ein sehr gutes Resultat, 28% (n=17) ein gutes Ergebnis und bei 14 % (n=8) wurde ein ausreichendes Ergebnis beobachtet. Ein unzureichendes Ergebnis ließ sich in keinem Fall nachweisen.

### 5.3.5. Funktionelle Ergebnisse nach dem Score-System von GREEN und O`BRIEN

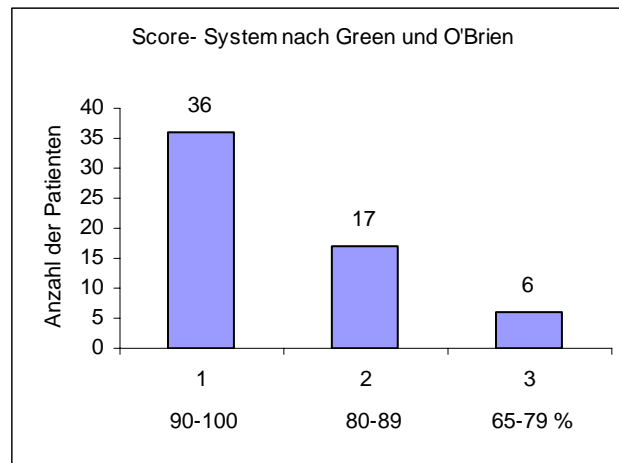


Abb. 31 Score n. Green und O`Brien

36 Patienten (61 %) erreichten mit 90-100 Punkten ein sehr gutes Ergebnis. 17 Patienten (28,8 %) hatten mit 80-89 Punkten ein gutes Ergebnis und 6 Patienten (10,2 %) ein ausreichendes Resultat erzielt.

Differenziert man die erreichten Ergebnisse im Score nach GREEN und O`BRIEN nach dem Frakturtyp, so finden sich bei den A-Frakturen in 95,6 % ausgezeichnete und gute Ergebnisse. Bei den C-Frakturen erreichten 86,1 % ausgezeichnete und gute Resultate.

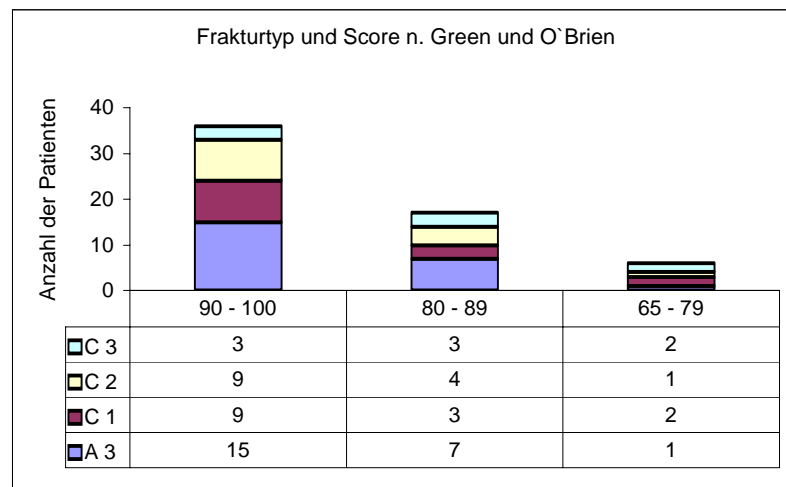


Abb.32 Frakturtyp u. Score n. Green und O`Brien

### 5.3.6. Funktionelle und radiologische Ergebnisse nach dem Score von SARMIENTO, GARTLAND und WERLEY

Die in dieses Punktesystem einfließenden subjektiven und objektiven Befunde sowie radiologische Kriterien ergaben folgende Ergebnisse: 46 der nachuntersuchten Patienten (77,97 %) erreichten ein ausgezeichnetes Resultat, 11 Patienten (18,64 %) ein gutes Resultat sowie 2 Patienten (3,39 %) ein mäßiges Ergebnis.

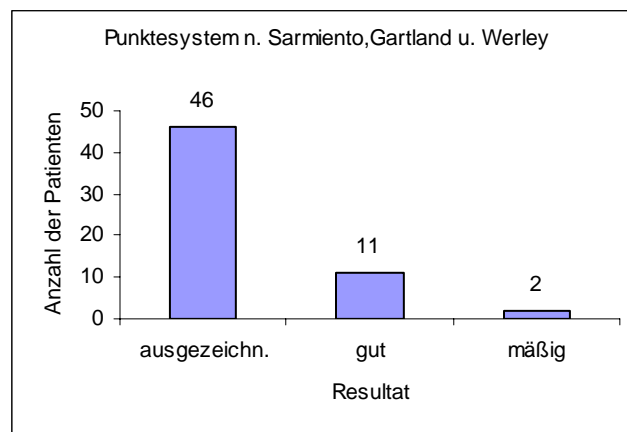


Abb. 33 Punktesystem nach Sarmiento u.a.

Differenziert man hier die erreichten Resultate nach dem Frakturtyp, ergibt sich folgendes Bild:

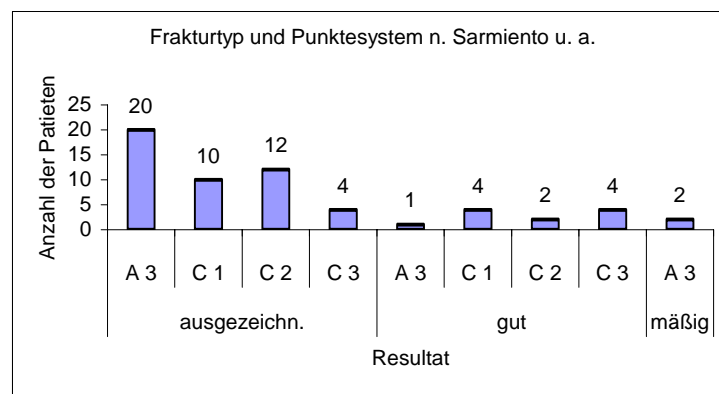


Abb.34 Frakturtyp und Punktesystem nach Sarmiento u.a.

20 Patienten mit einer 23 A3-Fraktur (86,96 %) erreichten ein ausgezeichnetes Ergebnis. 1 Patient (4,35 %) erreichte ein gutes und 2 Patienten ein mäßiges Ergebnis. Bei den 23 C1-Frakturen wurde bei 10 Patienten (71,43 %) ein ausgezeichnetes Ergebnis erreicht, bei 4 Patienten (28,57 %) ein gutes Ergebnis. 12 Patienten mit einer 23 C2-Fraktur (85,71 %) erreichten ein ausgezeichnetes Ergebnis, 2 Patienten (14,29 %) ein gutes Ergebnis. Bei den 23 C3-Frakturen erreichten jeweils 4 Patienten (50 %) ein ausgezeichnetes und ein gutes Ergebnis. Bei den erreichten ausgezeichneten Ergebnissen wurden jeweils 13 23 A3-Frakturen, 4 23C1-Frakturen, 8 23 C-2 Frakturen und 4 23 C3-Frakturen mit Null Punkten bewertet.

Das wichtigste Kriterium bei den subjektiven Beschwerden war die vom Patienten angegebene Schmerzsymptomatik.

Eine beschriebene Wetterfühligkeit ohne sonstige Beschwerden wurde in die Gruppe der gelegentlichen Schmerzen eingeordnet.

Bei den objektiven Kriterien wiesen 9 der nachuntersuchten Patienten eine Kraftminderung von 50 % auf. Zwei der nachuntersuchten Patienten hatten einen Verlust der Supinationsfähigkeit der Hand. Es handelte sich dabei um Frakturen vom Typ 23A3. Bei den Komplikationen kam es zum Auftreten eines posttraumatischen Carpaltunnelsyndroms, welches operativ versorgt wurde. Es handelte sich auch hierbei um eine Fraktur vom Typ 23A3.

Alle komplexeren Radiusfrakturen (23C1-23C3) erreichten nach dem Punktesystem nach SARMIENTO GARTLAND AND WERLEY ausgezeichnete und gute Resultate. Lediglich bei den A3-Frakturen wurden 2 mäßige Ergebnisse gefunden.

### 5.3.7. Vergleich der Score- Systeme

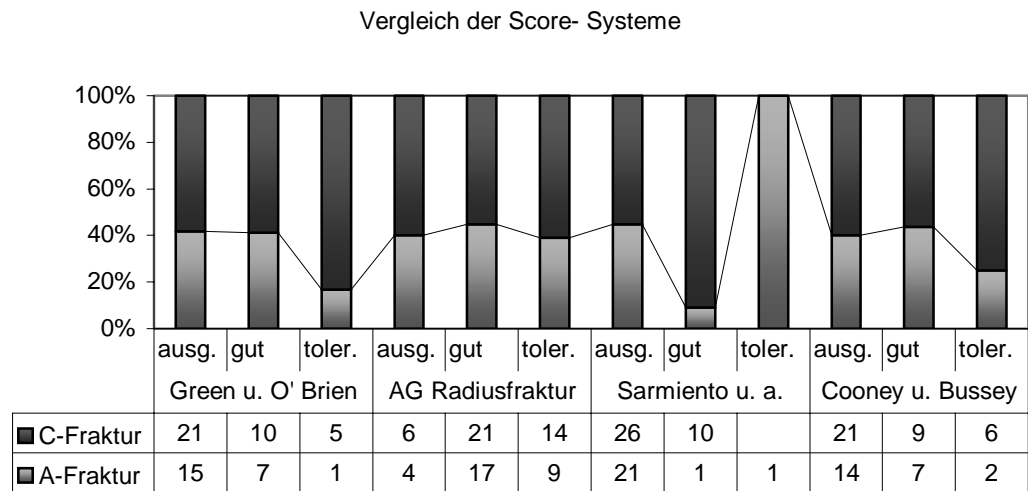


Abb. 35 Vergleich der Score-Systeme

Wird bei der Bewertung des erreichten postoperativen Ergebnisses die Betrachtung über alle vier angewendeten Score-Systeme geführt, ergibt sich, dass 54,5 % der A3-Frakturen und 49,7 % der C-Frakturen ausgezeichnete Ergebnisse erreichten. Werden die erreichten guten Ergebnisse hinzugerechnet, so erhöht sich der Anteil bei den A3-Frakturen auf 85,9 % und bei den C-Frakturen auf 83,19 %.

Die Bewertung der Ergebnisse nach A- und C-Frakturen unterteilt, führt dabei in allen vier Score-Systemen zu ähnlich guten Ergebnissen.

## **6. Ergebnisse bei der Versorgung der Extensionsfraktur des distalen Radius mit der konventionellen T-Platte**

Für die nachfolgenden Ergebnisse wurden Untersuchungsdaten einer 2-jährigen Behandlungsserie von Patienten der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie in Erfurt gesondert und eigenständig ausgewertet, um eine Vergleichbarkeit mit den in dieser Arbeit vorgelegten Ergebnissen zu erreichen. Die Untersuchungen in der Arbeit von Bauschke (7) betreffen eine Patientenserie mit distalen Radiusextensionsfrakturen in einem Zweijahreszeitraum, die mit einer konventionellen T-Platte von palmar, also nicht winkelstabil, versorgt wurden.

### **6.1. Radiologische Ergebnisse**

Verglichen wurde der radiologische Korrekturverlust, der zwischen der postoperativen Aufnahme und dem Ausheilungsstadium 6 Wochen postoperativ eingetreten war.

#### **6.1.1. Korrekturverlust radio-ulnarer Index**

99 Patienten konnten bezüglich des radio-ulnaren Index ausgewertet werden. 65 Patienten (65,66 %) hatten keinen Korrekturverlust erlitten. Bei 34 Patienten (34,34 %) kam es zu einem Korrekturverlust des radio-ulnaren Index zwischen 1 und 5 mm.

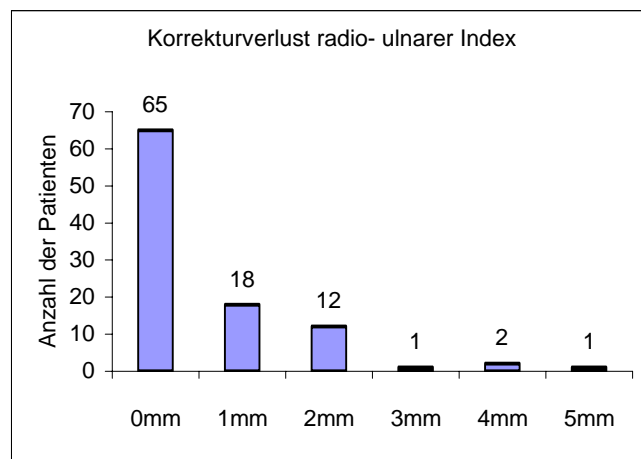


Abb. 36 Korrekturverlust beim radio- ulnaren Index

Vom Korrekturverlust betroffen waren 18 Patienten (36 %) mit einer A3-Fraktur und 16 Patienten (32,65 %) mit einer C-Fraktur.

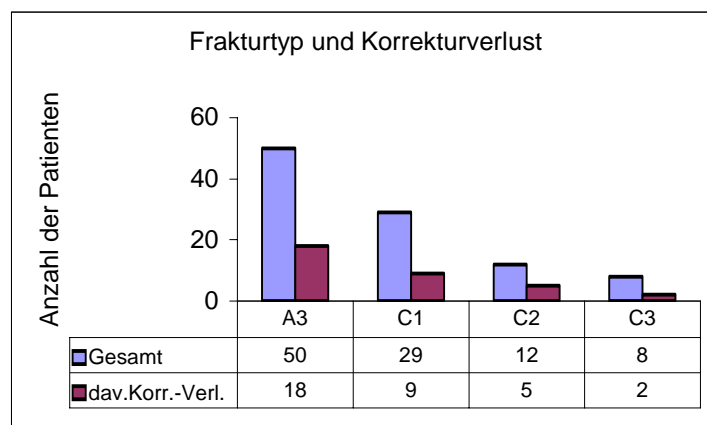


Abb. 37 Frakturtyp und Korrekturverlust

Vergleicht man die Höhe des Korrekturverlustes mit dem Frakturtyp, so sind es nicht die C-Frakturen, die in der Mehrzahl die höheren Korrekturverluste aufweisen.



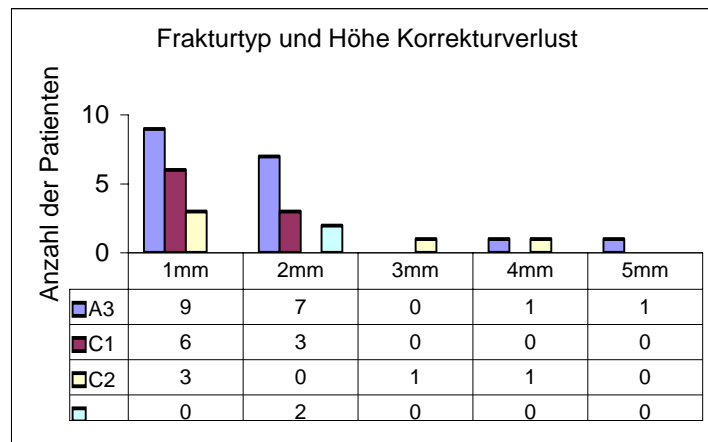


Abb. 38 Frakturtyp und Höhe des Korrekturverlustes

### 6.1.2. Korrekturverlust radio-ulnarer Winkel

73 Patienten wurden auf einen möglichen Korrekturverlust des radio-ulnaren Winkels hin untersucht.

Bei 47 Patienten (64,38 %) war es zu keinem Korrekturverlust gekommen. Bei 20 Patienten (27,4 %) lag der Korrekturverlust beim radio-ulnaren Winkel bei 5°. 6 Patienten (8,23 %) hatten einen Korrekturverlust von 10°.

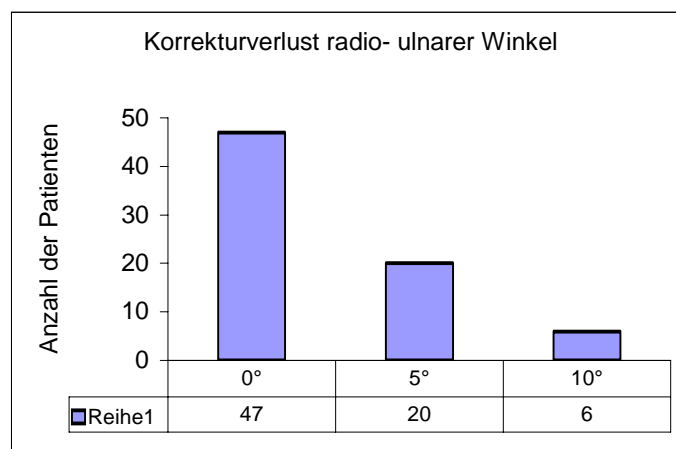


Abb. 39 Korrekturverlust radio- ulnarer Winkel

40 % der A3-Frakturen und 31,58 % der C-Frakturen waren von diesem Korrekturverlust betroffen.

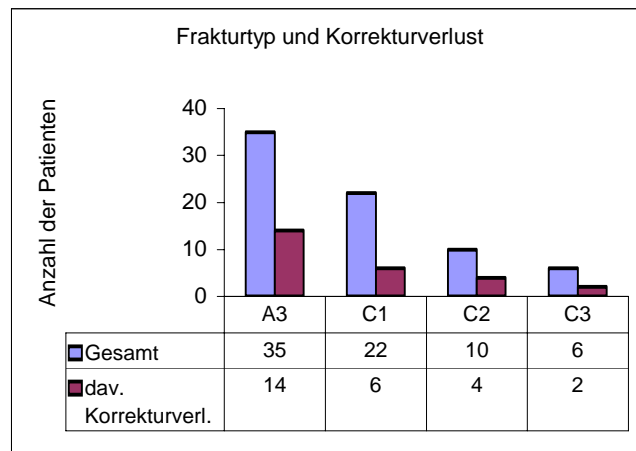


Abb. 40 Frakturtyp und Korrekturverlust

Auch bei der Betrachtung des radio-ulnaren Winkels korreliert die Höhe des Korrekturverlustes nicht mit dem Komplexitätsgrad der Fraktur. Der Verlust des radio-ulnaren Winkels ist bei den A3-Frakturen deutlich höher als bei den höhergradigen C-Frakturen.

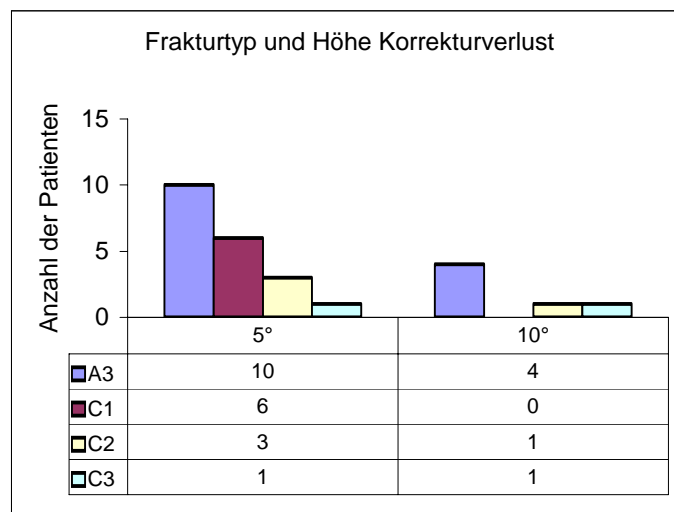


Abb.41 Frakturtyp und Höhe Korrekturverlust

### 6.1.3. Korrekturverlust dorso-palmarer Winkel

Bei 102 Patienten wurde der mögliche Korrekturverlust des dorso-palmaren Winkels beurteilt. 65 Patienten (63,73 %) wiesen keinen Korrekturverlust auf. Bei 27 Patienten (26,21 %) lag der Korrekturverlust des dorso-palmaren Winkels bei 5°. 9 Patienten (8,74 %) hatten einen Korrekturverlust von 10°. Bei einem Patienten lag er bei 20°.

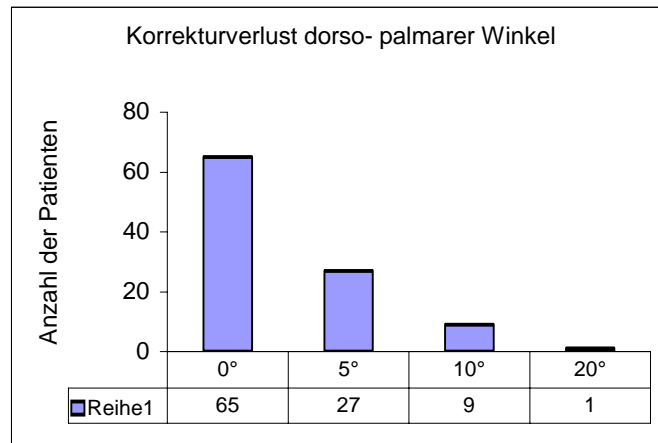


Abb. 42 Korrekturverlust dorso- palmarer Winkel

14 Patienten mit einer A3-Fraktur (26,42 %) und 23 Patienten mit einer C-Fraktur (26,94 %) waren von dem Korrekturverlust betroffen.

Bei der Betrachtung des Korrekturverlustes des dorso-palmaren Winkels gibt es eindeutig eine Verlagerung zu ungunsten der höhergradigen C-Frakturen.

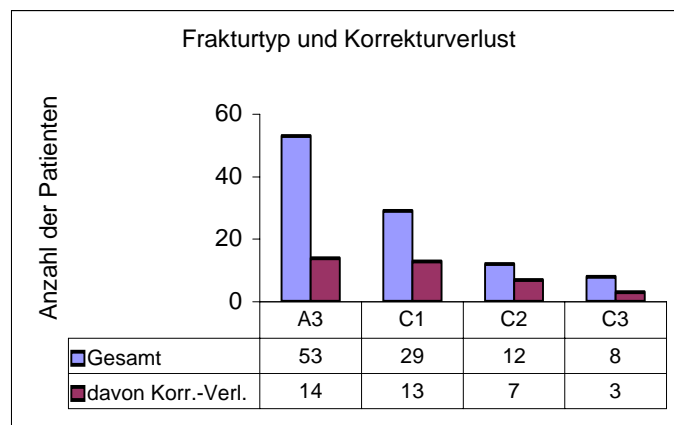


Abb. 43 Frakturtyp und Korrekturverlust dorso- palmarer Winkel

Auch beim Ausmaß des Korrekturverlustes erreichen die C-Frakturen schlechtere Ergebnisse.

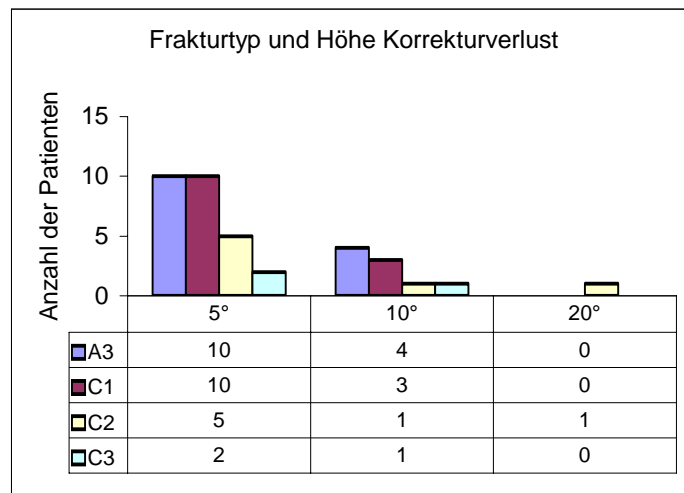


Abb. 44 Frakturtyp und Höhe Korrekturverlust

## 6.2. Ergebnisse mit der konventionellen T-Platte in den Score- Systemen

### 6.2.1. Score nach COONEY und BUSSEY

62,1 % (n=46) der Patienten erreichten nach diesem Scoring-System ausgezeichnete und gute Ergebnisse. Dem gegenüber stehen hier aber auch 12,2 % (n=9), die nur ein schlechtes Resultat erreichten.

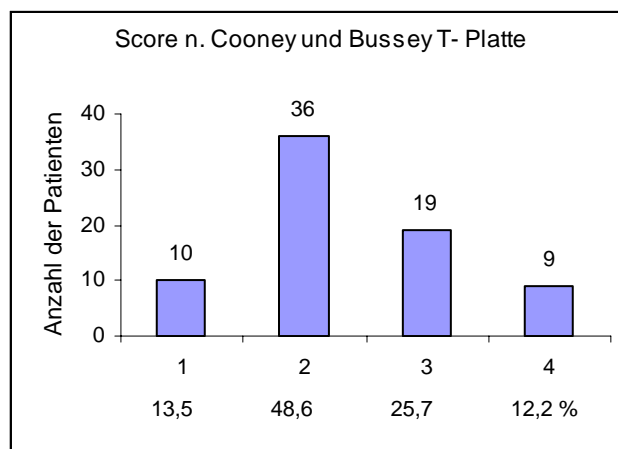


Abb. 45 Score nach Cooney und Bussy, T-Platte

### 6.2.2. Score nach GREEN und O'BRIEN

Von den insgesamt nachuntersuchten 74 Patienten erreichten 50 % ausgezeichnete und gute Ergebnisse. 29,7 % (n=22) wurden als schlecht bewertet. Die schlechten Ergebnisse verteilen sich gleichmäßig auf die A- und C-Frakturen. Unter den guten Ergebnissen ist der Anteil der A-Frakturen mit 62,2 % (n=23) höher im Vergleich zu den C-Frakturen.

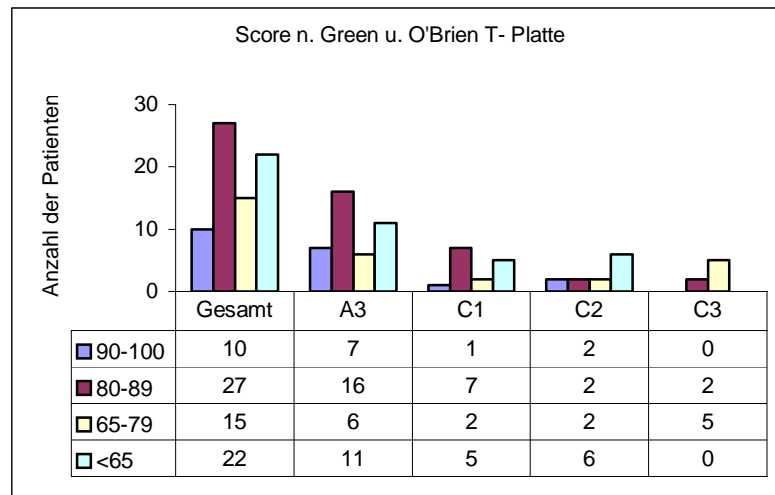


Abb. 46 Score nach Green und O'Brien, T-Platte

### 6.2.3. Score „AG Distaler Radius“

Die Auswertung des radiologischen Ergebnisses spiegelt die Korrekturverluste wider. Nur 27,9 % (n=24) erreichen insgesamt gute Ergebnisse. 82,1 % (n=62) sind nur tolerabel. Es gibt allerdings keine schlechten Resultate.

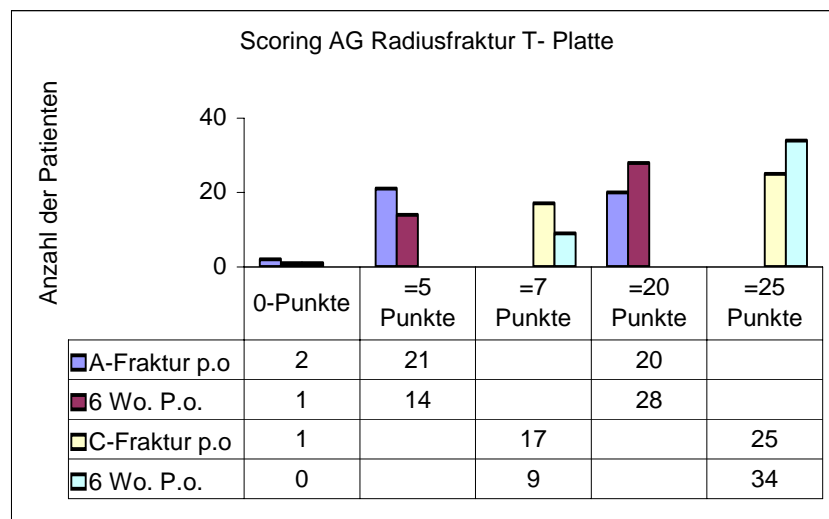


Abb. 47 Score „ AG Radiusfraktur „, T-Platte

#### 6.2.4. Score nach SARMIENTO, GARTLAND und WERLEY

96,9 % (n=63,2) erreichen mindestens gute Ergebnisse, der Anteil daran mit ausgezeichneten Werten liegt allerdings nur bei 20,6 % (n=13). Zwei mäßige Ergebnisse (3,1%) vervollständigen das Resultat.

In den 96,6 % mit guten Ergebnissen sind 55,6 % (n=35) der A-Frakturen enthalten, 28 der C-Frakturen fallen in diese Gruppe. Bei den mäßigen Ergebnissen handelt es sich jeweils um eine A3- und eine C1-Fraktur.

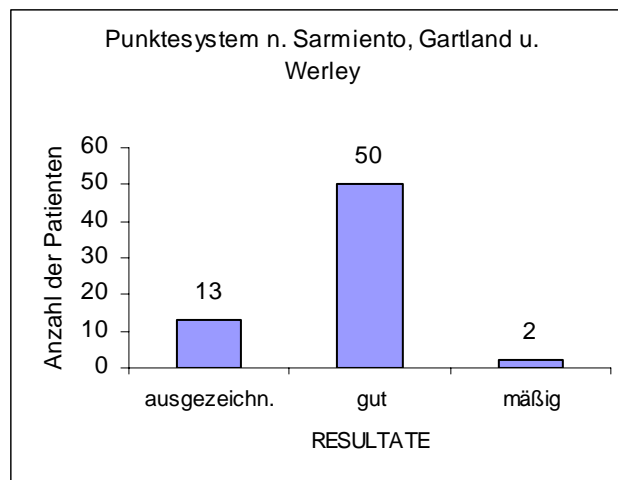


Abb. 48 Score nach Sarmiento, Gartland und Werley

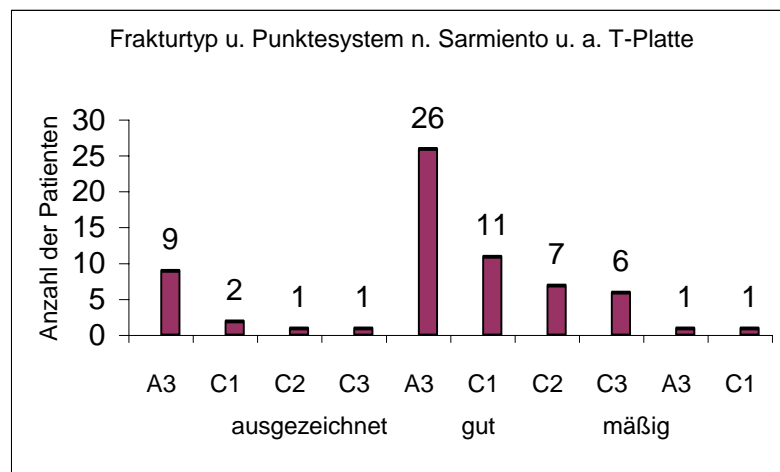


Abb. 49 Frakturtyp und Score nach Sarmiento u. a., T-Platte

### 6.2.5. Vergleich der Score-Systeme konventionelle T-Platte

63,52 % der Patienten mit A3-Frakturen erreichten insgesamt gute Ergebnisse. Bei den C-Frakturen sind es 49,3 %. 9,4 % der A-Frakturen kommen nur zu einem schlechten Ergebnis. 11,4 % der C-Frakturen sind ebenfalls schlecht bewertet.

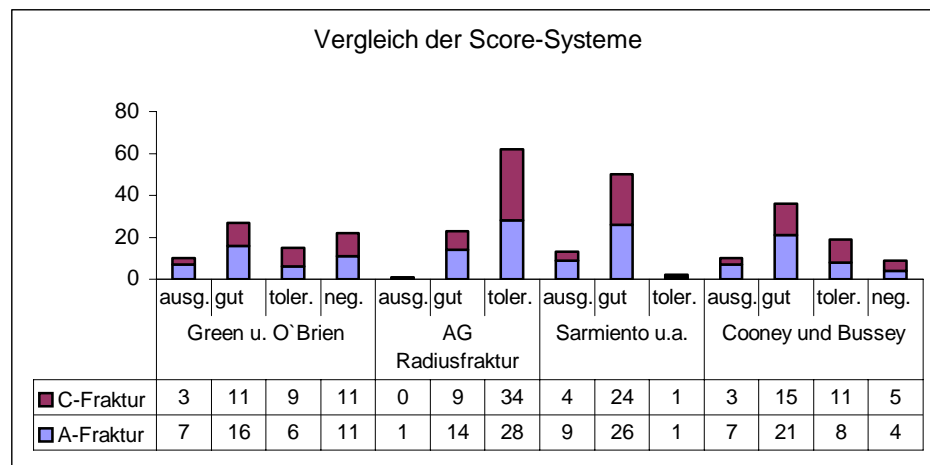


Abb. 50 Vergleich der Score- Systeme T-Platte

## 7. Vergleich der Ergebnisse der winkelstabilen Osteosynthese versus konventionelle T- Plattenosteosynthese

### 7.1. Bewegungsumfangsmessungen beider Verfahren im Vergleich zur gesunden Seite

57 der winkelstabil versorgten Patienten und 73 der mit einer konventionellen T- Plattenosteosynthese behandelten flossen in diesen Vergleich ein.

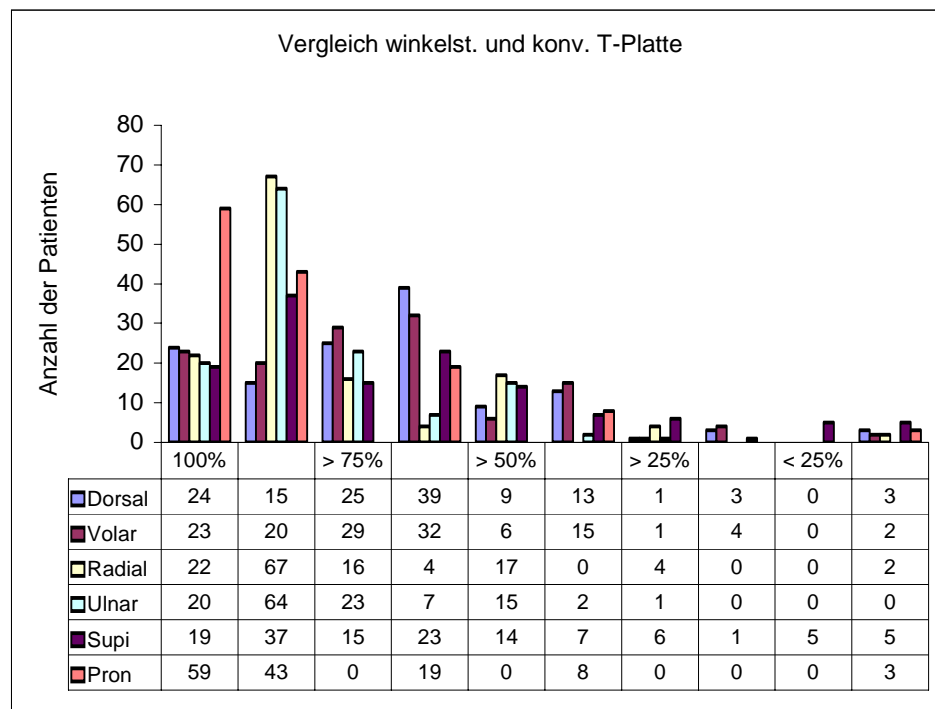


Abb. 51 Bewegungsumfang winkelstabile versus T- Plattenosteosynthese

Einen 100%igen Bewegungsumfang im Vergleich zur gesunden Seite erreichten die Patienten nach konventioneller T- Plattenosteosynthese bei der Dorsalextension 20,55 %, bei der Volarflexion 27,4 %, bei der Radialabduktion 91,78 %, bei Ulnarabduktion 87,67 %, bei der Supination 50,68 % und bei der Pronationsbewegung 58,9 %.



Werden die Ergebnisse der winkelstabilen palmaren Platten- Osteosynthese mit den Resultaten bei der konventionellen T-Platte verglichen, ergeben sich bei der Dorsalextension mit 40,68 % und der Volarflexion mit 38,98 % bei den 100%igen Ergebnissen signifikant bessere Werte bei der Versorgung mit der winkelstabilen Osteosynthese ( $p < 0,001$ ). Im Gegensatz dazu sind die Ergebnisse der winkelstabilen palmaren Osteosynthese bei der Radialabduktion mit 37,29 % und bei der Ulnarabduktion mit 33,9 % signifikant schlechter ( $p < 0,001$ ). Die Ergebnisse der Supinationsbewegung sind bei der winkelstabilen Osteosynthese mit 32,2 % ebenfalls signifikant schlechter ( $p < 0,001$ ). Die Pronation fällt hier allerdings mit einem 100%igen Ergebnis deutlich positiver aus.

## 7.2. Vergleich der Resultate der winkelstabilen palmaren Osteosynthese mit der konventionellen T-Platte in den 4 Score-Systemen

### 7.2.1. Score nach GREEN und O'BRIEN

Mit 86,4 % zu 50 % bei ausgezeichneten und guten Resultaten und 13,6 % versus 50 % bei tolerablen und schlechten Ergebnissen bestehen signifikante ( $p < 0,001$ ) Unterschiede beider Verfahren zu Gunsten der winkelstabilen Osteosynthese.

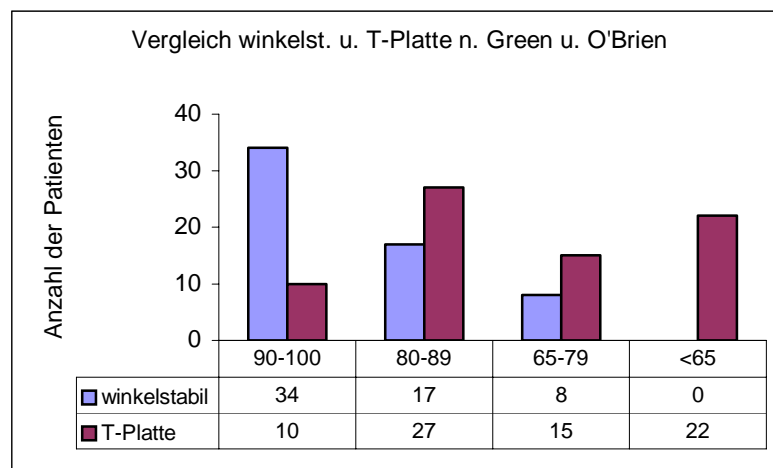


Abb. 52 Score Green und O'Brien, Vergleich winkelstabil und T-Platte

### 7.2.2. Score nach Cooney und Bussy

Signifikante Unterschiede mit  $p < 0.001$  bestehen auch bei der Auswertung in diesem Score zugunsten der winkelstabilen Osteosynthese.

Ausgezeichnete und gute Resultate erreicht die winkelstabile Osteosynthese mit 86,4% versus 62,1%. 12,2% der mit konventioneller Platten-Osteosynthese versorgten Patienten wiesen ein ungenügendes Ergebnis auf.

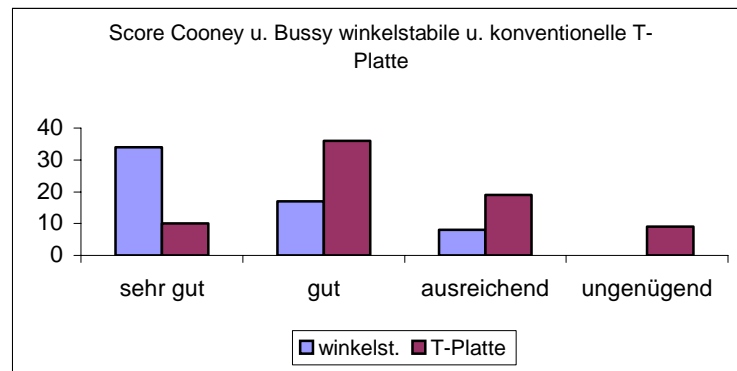


Abb. 53 Vergleich Score Cooney und Bussy winkelstabile und konv. T-Platte

### 7.2.3. Score der „Arbeitsgemeinschaft Distaler Radius“ und Score nach SARMIENTO, GARTLAND und WERLEY

Im Score der „Arbeitsgemeinschaft Distaler Radius“ fallen die Resultate mit 70 % versus 34,9 % bei den A3-Frakturen bis 5 Punkte und 65,8 % versus 20,9 % bei den C-Frakturen bis 7 Punkte die Unterschiede hochsignifikant aus ( $p < 0,001$ ).

Abb. 54 Score AG Distale Radiusfraktur, Vergleich winkelstabil und T-Platte

Ebenfalls hochsignifikante Unterschiede mit  $p < 0,001$  ergeben sich im Scoring nach SARMIENTO, GARTLAND und WERLEY sowohl bei den A3-Frakturen als auch bei den C-Frakturen bei den ausgezeichneten und guten Resultaten zu Gunsten der winkelstabilen Osteosynthese.

Abb. 55 Score Sarmiento u.a., Vergleich winkelstabile und konv.T-Platte

## 8. Diskussion der Ergebnisse

Die exakte Wiederherstellung der regelrechten Gelenkkonfiguration ist für das Langzeitergebnis distaler Radiusfrakturen entscheidend. Ein Wandel der Versorgungsstrategien zu einem vermehrt operativen Vorgehen wurde vollzogen. Unterschiedliche Osteosyntheseverfahren in Abhängigkeit von der Fraktursituation mit unterschiedlichsten Ergebnissen und Schlussfolgerungen werden empfohlen (103).

Die Kirschner-Draht-Osteosynthese mit ihren Varianten wird in der aktuellen Literatur nur noch bei stabilen Extensionsfrakturen oder als additives Verfahren vorgeschlagen. Sie wird in den meisten Fällen den Anforderungen einer stabilen Retention von Repositionsergebnissen nur in Verbindung mit einem zirkulären Gipsverband gerecht. Eine hohe Komplikationsrate wird durch sekundäre Dislokationen mit notwendigen Verfahrenswechseln, K.-Draht-Infekte und relativ häufig auftretenden Reflexdystrophien geprägt (2,106).

ASCHE, COONEY, EINGARTNER u.a. empfehlen den Fixateur externe oder seine Modifikationen zur Behandlung der höhergradig instabilen Gelenkfrakturen vom AO-Typ C2 und C3. Hierbei werden Repositionsergebnisse ausreichend stabilisiert und Längenverhältnisse zuverlässig ausgeglichen. Gelenkstufen sind jedoch in der Regel nur durch Ligamentotaxis und damit unzureichend reponierbar. Lange Ruhigstellungszeiten durch eine für Patienten gewöhnungsbedürftige Fixation und die aufwendige Pin-Pflege bewirken einen eingeschränkten Patientenkomfort.

Auch häufig auftretende Pin-Infekte (bis 15%), unzureichende funktionelle Spätergebnisse und Reflexdystrophien, die KUNER mit bis zu 10,5 % angibt, schränken die Indikation zu diesem Verfahren ein.

Mit der dorsalen Plattenosteosynthese können auch schwere Mehrfragmentfrakturen übungsstabil versorgt werden. Dabei lassen sich Gelenkstufen sicher ausgleichen und dorsale Trümmerzonen ausreichend abstützen. Der dorsale Zugang zum distalen Radius ist jedoch wegen der erhöhten Irritationsgefahr von Sehnenstrukturen nicht unproblematisch und macht Materialentfernungen bei heutigen Implantaten notwendig.

Gute Erfahrungen mit dem komplikationsarmen radiopalmaren Zugang zum distalen Radius und die nicht zwingend notwendige Materialentfernung haben die palmare Plattenosteosynthese zur Versorgung von Extensionsfrakturen interessant gemacht. Wichtig war die Erkenntnis von SCHMIDT et al. (92), dass das palmare Anbringen des Implantates mechanisch wie eine Zuggurtung wirkt. Bisher verwendete Implantate waren jedoch den Anforderungen einer übungs-stabilen Osteosynthese nur bei C1- und A3-Frakturen gewachsen. Postoperative dorsoaxiale Korrekturverluste bei sonst geringen Komplikationsraten haben die Entwicklung von winkelstabilen Implantaten zur Folge gehabt (106).

Die palmare winkelstabile Osteosynthese der Extensionsfraktur des distalen Radius ist ein Verfahren, welches eine deutliche Verbesserung der Ausheilungsergebnisse bei der distalen Radiusextensionsfraktur erreicht. Mit dem winkel-stabilen Implantat gelingt es, die intraoperativen Ergebnisse zu retinieren und Korrekturverluste in der Ausheilungsphase zu verhindern. Arthrose prädisponierende Faktoren, wie verbliebene oder durch Korrekturverlust erneut entstandene Gelenkstufen, die mit 47-58 % (17) angegeben werden können, vermieden werden. Die von KUNER, MENTZEL und JUPITER angegebenen, akzeptablen Fehlstellungen bei radioulnarem Index und dorsopalmarem Winkel (59, 1, 2, 42) wurden nicht beobachtet oder deutlich unterschritten. Die guten postoperativen Ergebnisse bei den höhergradig instabilen C 3- Frakturen lassen eine Diskussion zur absoluten Indikation der Versorgung mit Fixateur externe und Spongiosaplastik, wie unter anderem von KUNER angegeben, zu (49). Zudem stellt die winkelstabile Osteosynthese eine Methode dar, die nach einer gewissen Lernphase zur akuten Versorgung der Fraktur geeignet ist. Die postoperative Ruhigstellung auf einer palmaren Longuette nach winkel-stabiler Osteosynthese betrug bei einer frühfunktionellen Beübung ab dem 2. postoperativen Tag maximal 14 Tage, gegen Ende des Untersuchungszeitraumes wurde die Ruhigstellung kontinuierlich gesenkt und in einigen Fällen ganz darauf verzichtet. Durch die frühfunktionelle Nachbehandlung ist die Patientenakzeptanz dieses Verfahrens hoch, da die Verletzten von der einschränkenden Retention im Gipsverband be-

freit sind. Die Notwendigkeit und den positiven Effekt frühfunktioneller Nachbehandlung konnte schon FRANCK in seiner vergleichenden Studie mit dem nicht-gelenküberbrückenden Fixateur externe nachweisen. Eine negative Beeinflussung der funktionellen Ergebnisse konnten wir dabei nicht beobachten. Eine schnelle und sichere Handhabung des Verfahrens führt zu einer deutlichen Senkung der perioperativen Komplikationen. Wundheilungsstörungen, von KUNER mit 5,3% und MÜLLER mit 3,0% angegeben, wurden im untersuchten Patientengut nicht beobachtet. Gefürchtete Komplikationen, wie die sympathische Reflexdystrophie, in Arbeiten von EINGARTNER, KUNER und LANGENBERG mit 9,0% - 11,6% beschrieben traten ebenfalls nicht mehr auf. Ein weiteres positives Ergebnis ist die Senkung der postoperativen Verweildauer der Patienten im Vergleich zur Versorgung mit der konventionellen T-Platte von 9,2 Tagen (4-17 Tage) auf 8,1 Tage (2-14 Tage). Die deutlich kürzere Verweildauer wurde gegen Ende der Behandlungsserie erreicht und liegt heute bei 5 Tagen. Gleichzeitig kam es zu einem Absinken der Nachbehandlungszeit von 12,3 Wochen (5,5 - 22 Wochen) bei der konventionellen T-Platte, auf 9,4 Wochen (5,5 - 22 Wochen) bei der winkelstabilen Osteosynthese.

Insbesondere profitierten die Patienten von der primären winkelstabilen Osteosynthese bezüglich des funktionellen Ergebnisses im Ausheilungsstadium und der Dauer der Nachbehandlungszeit im Vergleich zu den Patienten, die einem Verfahrenswechsel in der Therapie unterlagen.

Einschränkungen der Belastbarkeit des operierten Handgelenkes durch eine persistierende Schmerzsymptomatik wurden zum Nachuntersuchungszeitpunkt nur von 3,4% Prozent der Patienten angegeben.

Bestehende Einschränkungen haben in keinem Fall die Wiederaufnahme der früheren Tätigkeit verhindert. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit wurde nicht berücksichtigt, da sich 47,9 % der Patienten im Rentenalter befanden.

Zwei der nachuntersuchten Patienten gaben Sensibilitätsstörungen an.

Zum einen handelte es sich um ein posttraumatisches Karpaltunnelsyndrom mit einem Zustand nach Spaltung des Carpalkanals und noch persistierenden sensiblen Störungen im Medianusverlauf.

Der zweite Patient beschrieb Sensibilitätsstörungen im Hautnarbenbereich.

Die Häufigkeit des postoperativen Karpaltunnelsyndroms von 1,6 % im nachuntersuchten Krankengut differiert doch sehr zu den Angaben in der Literatur, die von MÜLLER und KUNER mit 4,0% - 12% angegeben werden. Eine routinemäßige Spaltung des Karpalkanals scheint hier nicht erforderlich zu sein.

Unbefriedigend ist zur Zeit noch die frühzeitige Erkennung und Therapie begleitender Weichteilverletzungen, wie des ulno-carpalen Komplexes. Unbestritten sind die von SCHÄDEL-HÖPFNER, ROSE, URBSCHAT, HULSIZER, KRIMMER u.a. beschriebenen Auswirkungen auf das spätere funktionelle Ergebnis. Angedachte diagnostische Zusatzverfahren wie die Handgelenksarthroskopie von BOWERS oder eine magnet-resonanz-tomographische Untersuchung, IWINSKA-ZELDER, bieten gute diagnostische und therapeutische Möglichkeiten, sind als Routineverfahren im akuten Verletzungsstadium auf Grund der mangelnden Verfügbarkeit aber nicht durchsetzbar.

Andererseits vermindert möglicherweise die anatomisch gerechte Retention der Fraktur durch die Normalisierung der Spannungsverhältnisse im TFCC- Komplex funktionelle Beschwerden bei leichteren Begleitverletzungen (95).

Da die Magnet-Resonanz-Tomographie als einzige nicht invasive Untersuchungsmethode eine Darstellung des ulnocarpalen Komplexes sowie des scapholunären Bandapparates erlaubt, sollte sie bei entsprechendem Verdacht zur frühzeitigen Diagnostik einer carpalen Instabilität eingesetzt werden. Die nach BAHM(4) bestehende Latenz zwischen Unfallereignis und Operation von 7,2 Monaten muss verringert werden.

Anzumerken ist hier, dass es offenbar keine Korrelation zwischen der Schwere einer ulnocarpalen Begleitverletzung und der Funktionseinschränkung der Hand gibt.

Die sekundäre Versorgung einer scapholunären Bandverletzung sollte in Abhängigkeit vom Schweregrad der Begleitverletzung und einer möglichen Einbuße der Funktion durch die lange Immobilisation gesehen werden.

Die Bewertung der radiologischen Ergebnisse erfolgte nach dem Scoring der Arbeitsgemeinschaft "Distale Radiusfraktur". Entscheidend ist hier die Aussage, dass bei der winkelstabilen, palmaren Osteosynthese die erreichten intraoperativen Ergebnisse bezüglich des radio-ulnaren und des dorso-palmaren Winkels komplett retiniert werden konnten. Das von BADE und LOBECK beschriebene Impingement des TFC- Komplexes durch die Verkipfung der distalen Radiusgelenkfläche konnte somit verhindert werden. Lediglich beim radio-ulnaren Index wurde in 4,23 % der Fälle ein Korrekturverlust festgestellt. Dieser resultiert mit großer Wahrscheinlichkeit aus dem nicht ganz exakt subchondral eingebrachten Implantat, welches eine Verkürzung des Radius postoperativ zuließ. In einem Fall verblieb eine Stufe in der Gelenkfläche. Werden diesbezüglich die Ergebnisse der winkelstabilen, palmaren Osteosynthese der Versorgung mit der konventionellen T-Platte gegenüber gestellt, finden sich hier signifikant höhere Korrekturverluste mit 34,34 % beim radio-ulnaren Index, 35,63 % beim radio-ulnaren Winkel und 34,95 % beim dorso-palmaren Winkel ( $p < 0,001$ ). Die Höhe der Korrekturverluste ist sowohl bei den A-, als auch bei den C-Frakturen vergleichbar.

20,59 % der mit einer konventionellen T-Platte versorgten Patienten wiesen in der Konsolidierungsphase eine Diastase in der Gelenkfläche auf, wovon 38,1 % erst im Sinne eines postoperativen Korrekturverlustes entstanden sind. Damit sprechen diese radiologischen Ergebnisse eindeutig zu Gunsten der winkelstabilen, palmaren Osteosynthese.

Werden bei der Bewertung der Ergebnisse des Bewegungsumfanges die Patienten mit einer maximal 25%-igen Einbuße der Beweglichkeit gegenüber der gesunden Seite verglichen, so finden sich bei der Dorsalextension/Palmarflexion bei winkelstabiler, palmarer Osteosynthese und konventioneller T-Platte vergleichbare Werte von 83,05 % zu 73,97 % und 88,16 % zu 71,23 %. Die Radialabduktion und Ulnarabduktion schließen bei der winkelstabilen palmaren Osteosynthese signifikant ( $p < 0,001$ ) schlechter mit 46,4 % zu 97,26 % und 72,88 % zu 97,26 % ab. Signifikant ungünstiger fällt ebenfalls die Supination der Hand bei der winkelstabilen, palmaren Osteosynthese versus konventioneller T-Platte mit 57,63 % zu 82,22 % aus.



Die Einschränkung der Supinationsfähigkeit als häufigstes Funktionsdefizit im nachuntersuchten Krankengut entspricht dem Ergebnis anderer Autoren (52,54,74). Eine mögliche Erklärung für die Diskrepanz zwischen gutem radiologischen Ergebnis und bestehenden Einbußen im funktionellen Bereich könnte in der Problematik der effizienten ambulanten Nachsorge liegen. Werden die erreichten radiologischen Ergebnisse mit den Ergebnissen des Bewegungsumfanges verglichen, kommt es trotz guter radiologischer Ergebnisse der winkelstabilen, palmaren Osteosynthese zu zum Teil signifikanten Einbußen bei einzelnen Bewegungsausschlägen im Vergleich zur konventionellen T-Platte. Dieses Defizit ist mit dem radiologischen Befund nicht erklärbar und korreliert auch nicht mit dem Frakturtyp. Die von PROMMERSBERGER und LANZ beschriebene, komplexe Störung der Biomechanik des Handgelenkes durch radiologische Fehlausheilung ist möglicherweise nicht die einzige Ursache für funktionelle Defizite.

Um mögliche Ursachen im Kapselbandbereich zu objektivieren, wurden willkürlich 6 Patienten aus der Nachuntersuchungsserie herausgenommen, die über ein gutes radiologisches Ergebnis verfügten, aber Einschränkungen der Beweglichkeit in mehreren Bewegungsausschlägen und eine Schmerzsymptomatik aufwiesen. Es handelte sich dabei um 3 Frakturen vom Typ 23A3 und jeweils eine Fraktur vom Typ 23 C1, C2 und C3. . Bei diesen Patienten wurde eine Magnet-Resonanztomographie zur Beurteilung des ulno-carpalen Komplexes durchgeführt.

Abb. 56 Kasuistik: 74-jähriger Patient mit einer A3- Fraktur, Belastungsschmerz, Einschränkung der Supination um 60% und der Ulnarduktion um 50%, Kapsel-Bandläsion im im Radiocarpalgelenk und einer Ergussbildung

Abb. 57 Kasuistik: 36-jährige Patientin mit einer C-1 Fraktur, Wetterfähigkeit, Einschränkung der Dorsalextension um 25%, Supination um 30%, keine TFCC- Verletzung, nicht korrekte Lage des radialen T-Schenkels der Platte

Von den 6 Patienten wurden 4 primär mit der winkelstabilen Osteosynthese versorgt (3x A3-Frakur, 1x C1-Fraktur). Bei 2 Patienten (C2- und C3-Fraktur) erfolgte der Verfahrenswechsel vom Fixateur externe.

Bei der C1- und der C3-Fraktur konnten im MRT keine Verletzungen des TFCC Komplexes nachgewiesen werden. Zwei der A3-Frakturen und die C2-Fraktur wiesen Verletzungen des ulnocarpalen Komplexes mit Erguss und teilweise einer Ganglienbildung auf. Das Ergebnis einer A3-Fraktur war aus technischen Gründen auf Grund der Überlagerung durch das Implantat nicht auswertbar.

Insgesamt ermutigen die erreichten Ergebnisse zu den folgenden Schlussfolgerungen.

Die palmare, winkelstabile Osteosynthese der distalen Radiusextensionsfraktur ist ein leicht zu erlernendes, einfach durchzuführendes und damit auch für die Akutversorgung geeignetes Osteosyntheseverfahren.

Mit ihr gelingt erstmals die komplette Retention erreichter, intraoperativer Repositionsergebnisse als unabdingbare Voraussetzung für gute funktionelle Ergebnisse. Die Rate postoperativer Komplikationen wurde drastisch gesenkt und geht gegen „null“. Da sie auch als Primärversorgung bei Frakturen mit höhergradigen Instabilitäten geeignet ist, ist sie allen anderen, hier aufgezeigten, Osteosyntheseverfahren bei der distalen Radius-extensionsfraktur eindeutig überlegen. Ein Problem bleiben die Erkennung von Begleitverletzungen in der Akutversorgung und die funktionelle Einschränkung einzelner Bewegungsabläufe.

## Kasuistik

Abb. 1 Pat. D.A., weiblich 46 Jahre Fraktur AO 23A 3  
Unfall 01/99, primär winkelstabil versorgt, p.o.  
Verweildauer 5 die  
Keine Einschränkungen

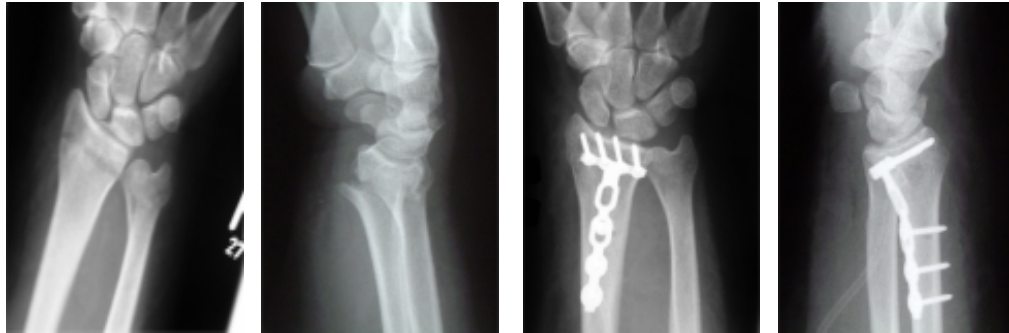


Abb. 2 Pat. D.,V. männlich, 31 Jahre , Fraktur AO 23 C 3 mit  
Abbruch des Processus styloideus ulnae und Scaphoid-  
fraktur  
Unfall 05/99, primär winkelstabil versorgt mit Verschrau-  
bung Scaphoid und Refixierung Proc. styloideus ulnae  
keine Schmerzsymptomatik, DE/ VF und RA/ UA seiten-  
gleich, AR 50% eingeschränkt

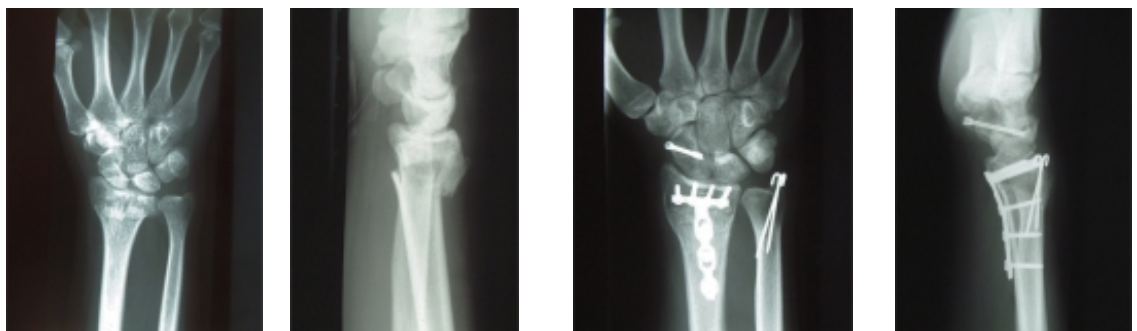
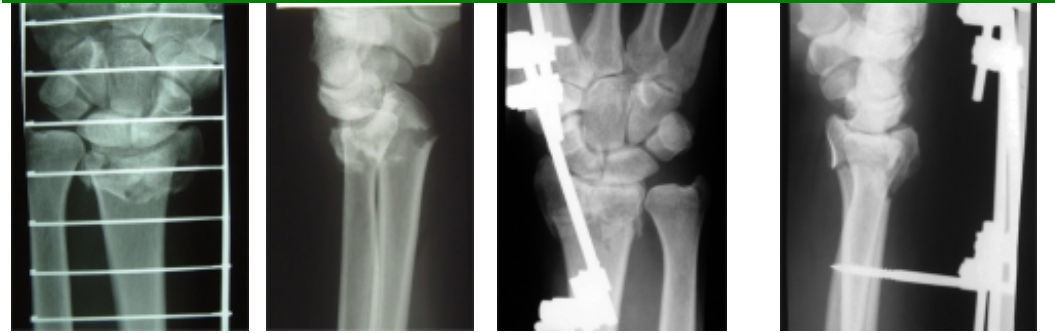


Abb. 3 Pat. T.,L. 42 J. männlich, Fraktur AO 23C 2,  
Unfall 05/99, Verfahrenswechsel vom Fixateur externe  
am 2.Tag  
Belastungsbeschwerden bei schwerem Heben, DE und AR  
eingeschränkt



## Anhang







Anhang 4 Score nach Green und O'Brien	
Einteilungskriterien	Punkte
Schmerz	
Keine Schmerzen	25
Gelegentlich leichte Schmerzen	20
Mäßige Schmerzen, tolerabel	15
Schwere Schmerzen	0
Funktion	
Kann frühere Arbeit wieder aufnehmen	25
Eingeschränkte Arbeitsfähigkeit	20
Arbeitsfähig, aber arbeitslos	15
Nicht arbeitsfähig	0
Bewegungsumfang Dorsalext./ Volarflex.	
100%	25
> 75%	15
> 50%	10
> 25%	5
< 25%	0
Grobe Kraft	
100%	25
75-99%	15
50-74%	10
25-49%	5
0-24%	0
Resultat: ausgezeichnet 90- 100, gut 80- 89, mäßig 65- 79, schlecht < 65	

## Anhang 5 Score- System nach Sarmiento, Gartland und Werley

<u>Result</u>	<u>Points</u>
Residual Deformity	
Prominent ulnar styloid	1
Residual dorsal tilt	2
Radial deviation of hand	2 to 3
Point range	0 to 3
Subjective evaluation	
Excellent, no pain, disability or limitation of motion	0
Good, occasional pain, slight limitation of motion, no disability	2
Fair, occasional pain, some limitation of motion, feeling of weakness in wrist,	
No particular disability if careful, activities slightly restricted	4
Poor, pain, limitation of motion, disability, activities more	
or less markedly restricted	6
Point range	0 to 6
Objective evaluation	
Loss of dorsiflexion	5
ulnar deviation	3
supination	2
palmar flexion	1
radial deviation	1
circumduction	1
Pain in distal radio-ulnar joint	1
Point range	0 to 5
Complications	
Arthritic change minimal	1
Minimal with pain	3
Moderate	2
Moderate with pain	4
Severe	3
Severe with pain	5
Nerve complication (median)	1 to 3
Poor finger function due to cast	1 to 2
Point range	0 to 5
Endresult point ranges	
Excellent	0 to 2
Good	3 to 8
Fair	9 to 20
Poor	21 and more
Normal function: dorsiflexion 45°, palmar flexion 30°, radial deviation 15°, ulnar deviation 15°, Pronation 50°, supination 50°	

## 10. Literaturverzeichnis

- 1 Anderson R, O'Neil G: Comminuted fractures of the end of the radius. Surg gynecol obstet 78 (1944) 434
- 2 Asche G , Bodenstein H: (1989) Behandlung und Behandlungsergebnisse der distalen Radiusfraktur in : Howmedica: Wege der Osteosynthese mit dem Fixateur externe. 2. Freudenstädter Fixateur externe Symposium, 06./07.10.1998. Schriftenreihe zur Traumatologie S. 27-37
- 3 Bade H, Lobeck F: Gelenkflächenverhalten der Articulation radioulnaris distalis bei fehlgestelltem distalen Radius. Unfallchirurgie 17 (1991) 213-217
- 4 Bahm J, Faye N, Nonnenmacher J: Die operative Behandlung distaler Radiusfrakturen - ein geschlossenes Therapiekonzept. Chirurg (1994) 65: 999-1003
- 5 Bahm J, Saffar P, Duclos L, Sokolow C: Bandnaht und/oder Kapsulodese bei skapholunärer Instabilität. Unfallchirurg 2000: 103 : 545-551; Springer-Verlag 2000
- 6 Basten K, Hansen M, Rommens PM: Die operative Behandlung der distalen Radiusfraktur durch T- Plattenosteosynthese. Akt.Traumatol. 29(1999);137-143
- 7 Bauschke A: Palmare Plattenosteosynthese bei distalen Radiusextensionsfrakturen. Dissertation zur Erlangung des Doctor medicinae. 2003
- 8 Beck E (1997): Handgelenksnahe Speichenbrüche. Die konservative Behandlung. Unfallheilkunde 82: 7-14
- 9 Beyermann K, Krimmer H, Lanz U: TFCC- Läsionen, Diagnostik und Therapie Orthopäde (1999) 28;891-898
- 10 Boszotta H, Helperstorfer W, Sauer G: Zur Operationsindikation bei der distalen Radiusfraktur Unfallchirurg (1991) 94: 417-423

- 11 Bowers WH (1984): Problems of the distal radioulnar joint.  
Surg 7: 289-303  
Bowers WH (1988): The distal radiozular joint.  
In: Green, D.P. (ed): Operative Hand Surgery. Churchill  
Livingston, New York, PP 939-989
- 12 Bronstein AJ, Trumble Th E, Tencer A F: The effects of  
distal radius fracture malalignment on forearm rotation: A  
Cadaveric Study  
J. Hand Surg. 22 A (1997) 258-262
- 13 Cooney WP, Bussey R , Dobyns JH, Linscheid RL: Diffi-  
cult wrist fractures.  
Clin Orthop 1987; 214: 136 – 147
- 14 Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH (1979) Externe pin  
fixation for unstable Colles Fractures  
JBJS 61-A: 840-845
- 15 Dee W, Klein W, Rieger H: Besondere Aspekte der Repo-  
sitionstechnik distaler Radiusfrakturen  
Osteosynthese International 1997; 5: 116-122
- 16 Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung (1992).  
Die gesetzliche Unfallversicherung in der Bundesrepublik  
Deutschland. Statistischer und finanzieller Bericht (unver-  
öffentlicht).
- 17 Doi K, Hattori Y, Otsuka K, Abe Y, Yamamoto H (1999)  
Intra-Articular Fractures of the Distal Aspect of the Ra-  
dius: Arthroscopically Assisted Reduction Compared with  
Open Reduction and Internal Fixation.  
JBJS 81-A; 1093-110  
Distale intraartikuläre Radiusfrakturen. Arthroskopisch as-  
sistierte geschlossene Reposition versus offene Reposition  
und Osteosynthese.  
Unfallchirurg 2000. 103: 89-92 Springer-Verlag 2000
- 18 Ebert FWB, Müller JE, Klassifikation von Smith-  
Frakturen  
Orthop. Praxis 2, 1992: 121-127
- 19 Edwards GS (1991). Intraarticular fractures of the distal  
part of the radius treated with the small AO external fixator  
JBJS 73-A: 1241-1250

- 20 Eingartner C, Müller JE, König CG, Weise K: Behandlungsergebnisse der operativen Therapie distaler Radiusfrakturen  
Akt. Traumatol 2000; 30: 32 – 36; Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York
- 21 Fernandez DL, Jupiter JB: Fractures of the distal radius  
Springer Verlag, Berlin, New York (1995)
- 22 Fernandez DL: Reconstructive procedures for malunion traumatic arthritis  
Orthop Clin North Am 24 (1993) 341
- 23 Fischer M: Karpale Instabilität  
Z. Unfallchir. Vers.med. 86 (1993) 244-252
- 24 Fitoussi F, Wy IP, Chow SP: Treatment of displaced intraarticular fractures of the distal end of the radius with plates  
JBJS 1997; 79 A (9): 1303-1312
- 25 Franck, WM, Dahlen C, Amlang M, Friese F, Zwipp H: Distale Radiusfraktur – Ist der nicht-gelenküberbrückende Fixateur externe eine therapeutische Alternative?  
Unfallchirurg 2000. 103: 826 – 833; Springer-Verlag 2000
- 26 Gabl M, Lener N, Pechlaner S, Judmaier W: The role of Dynamic magnetic resonance imaging in the detection of lesions of the ulnocarpal complex.  
JHand Surg(1996); 21: 311-314
- 27 Gartland JJ, Werley CW: Evaluation of healed colles fractures  
JBJS 33-A (1951) 895-907
- 28 GelbermanRH, Szabo RM, Mortensen WW: Carpal tunnel pressures and wrist positions in patients with colles' fractures  
J. Trauma 24 (1984) 747-749
- 29 Gilula LA: Hrsg. (1992) The traumatized hand and wrist-  
Saunders, Philadelphia
- 30 Green DP: Carpal Dislocations and Instabilities  
In Green DP, Hotchkiss RN (Hrsg.): Operative Hand. Surgery. Churchill Livingstone, New York, Edinburgh, London, Melbourne, Tokyo (1993)  
Green DP, O'Brien ET: Open reduction of carpal dislocations: Indications and operative techniques  
J. Hand Surg. 3 (1978) 250-265

- 31 Heim U, Pfeiffer KM: Periphere Osteosynthesen  
Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1988)
- 32 Heim U: Die gelenknahen Speichenbrüche des Erwachsenen Unfallheilkunde 82 (1979)
- 33 Hierholzer Ch, Fiedler Ch, Werber KD: Indikation und Technik der externen Osteosynthesen bei distalen Radiusfrakturen  
Op-Journal 1 (1994) 41-47
- 34 Hierholzer G, Chylavecki C: Indikation zur Plattenosteosynthese bei Frakturen am distalen Radius  
Op-Journal 1 (1994) 32-40
- 35 Hofer HP, Passler I, Wildburger R, Schweighofer F (1992)  
Die Wertigkeit der externen Fixation in der Behandlung von Speichenbrüchen an distaler Stelle  
Akt. Traumatol 22: 19-24
- 36 Hoffmann TF, Ruppert R, Renneker D: Behandlungsergebnisse nach operativer Therapie distaler Radiusfrakturen  
Unfallchirurg (1994) 97: 472-477
- 37 Hulsizer D, Weiss APL, Akelman E. (1997): Ulnarshortening osteotomy after failed Arthroskopie debridement of the triangular fibrocartilage complex.  
J-Hand Surg A 22: 694-698
- 38 Iwinska-Zelder J, Schädel-Höpfner M, Hoppe M, Braus T, Lenke T, Klose KJ: Handgelenk-MRT versus Arthroskopie in der Diagnostik der skapholunären Dissoziation  
Wegener OH (Hrsg.): Röntgenkongreß, Abstracts, Georg Thieme Verlag (1998, 1999, 2000)
- 39 Jakim I, Peterse HS, Sweet MBE (1991). Externe fixation for intra articular fractures of the distal radius  
JBJS 74-B: 302-306
- 40 John ByJ, Gartland Jr NMD, Werley ChW, M.D., Philadelphia, Pennsylvania: Evalution of healed colles' fractures  
Vol. 33-A.No. 4, October 1951: 895
- 41 Jupiter JB: Fractures of the distal end of the radius  
JBJS 73-A (1991) 461-469

- 42 Jupiter JB: Current concepts review. Fractures of the distal end of the radius  
JBJS 1991; 73 A (3); 461-467
- 43 Jupiter JB, Fernandez DL, Whipple TL, Richards RR (1998): Intra-articular fractures of the distal radius; contemporary perspectives  
Instr. Course Lect. 47: 191-202
- 44 Kapandji A : Intra-focal pinning of fractures of the distal end of the radius 10 years later.  
Arch. Chir. Main 1987; 6(1): 57-63
- 45 Kazuki K, Masakata K, Shimazu A : Pressure distribution in the radiocarpal joint measured with a densitometer designed for pressure sensitive film  
J. Hand Surg 16-Am (1991) 401
- 46 Kleinmann WB, Graham TJ (1998): The distal radioulnar joint capsule: clinical anatomy and role in posttraumatic limitation of forearm rotation  
J. Hand Surg 23 A: 588-599
- 47 Krimmer H, Tränkle M, Schober F, van Schoonhoven J(1998): Ulna-impaction-syndrom-Therapie: Druckentlastende Verfahren am Ulnakopf  
Handchir. Mikrochir. Plast Chir. 30: 370-374
- 48 Kuner EH, Mellios K, Berwarth H: Behandlung der komplizierten distalen Radiusfraktur mit dem Fixateur externe  
Unfallchirurg 2002, 105:199-207 , Springer-Verlag 2002
- 49 Kuner EH, Schaefer DJ (1994): Epidemiologie und Behandlung der Frakturen im hohen Alter  
Orthopädie 23: 21-31
- 50 Langenberg R: Die differenzierte Behandlung von distalen Radiusfrakturen. Ergebnisse einer prospektiven Studie  
Unfallchirurg 1991; 94: 482-485
- 51 Leung KS, Chang JCW, Chan EPY: Ligamentotaxis and bonegrafting for comminuted fractures of the distal radius  
JBJS (BR) 71 B (1989) 838-842
- 52 Li G, Ryu J, Han J, Kish V: Quantitative analysis of carpal kinematics in malunion of Colles' fracture. Proceedings of the Second Triennial  
International Hand and Wrist Bio-mechanics Symposium, San Francisco 1995 (S.79-80)



- 53 Martini KAB: Die sekundäre Arthrose des Handgelenkes bei in Fehlstellung verheilten und nicht korrigierter distaler Radiusfraktur.  
Handchir. Mikrochir. Plast.Chir. 23 (1991) 249-254
- 54 McQueen MM; Michie, Court-Brown M,CM (1992): Hand and wrist Function after external fixation of unstable distal radius fractures  
Clin Orthop Rel. Res 285: 200-204
- 55 Meine J: Die Früh- und Spätkomplikationen der Radiusfrakturen loco classico  
In: Buck-Gramcko, D.: Frakturen am distalen Radiusende. Hippokrates Verlag, Stuttgart 1987
- 56 Melik N, Togninalli B, Biegger P: Retrospektive Analyse konsekutiv behandelter distaler Radiusfrakturen mit Fixateur externe  
Unfallchirurgie 97 (1994) 645-648
- 57 Melios K (1997): Der Fixateur externe zur Behandlung der schweren distalen Radiusfraktur – Typische Verläufe, Komplikationen und Ergebnisse,  
Inauguraldissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
- 58 Mentzel M, Hoss H, Ebinger T, Kinzl L, Wachter NJ: Problematik der in Fehlstellung ausgeheilten distalen Radiusfraktur  
Unfallchirurg 2001. 104:210-214; Springer Verlag 2001
- 59 Müller JE, Ebert FWB, Hansis M: Die Smith-Fraktur. Eine radiologische und funktionelle Nachuntersuchung von 62 primär und postprimär operativ behandelten Frakturen  
Akt. Traumatol. 1992; 22: 1-8
- 60 Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H (Hrsg.): Manual der Osteosynthese.  
3. Aufl., Springer, Berlin 1992
- 61 Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J: The comprehensive classification of fractures of long bones  
Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1990) 43
- 62 Müller ME, Nazarin S, Knoll P: AO-Klassifikation der Frakturen.  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer- Verlag, 1987
- 63 Müller M, Poigenfürst J, Zaunbauer F: Karpaltunnelsyndrom nach Speichenbruch an typischer Stelle  
Unfallheilkunde 79 (1976) 389-394

- 64 Müntst P, Kuner EH: Konservative Therapie der distalen Radiusfraktur  
Op-Journal 1 (1994) 14-20
- 65 Oestern HJ, Hüls E: Die differenzierte Behandlung distaler Radiusfrakturen  
Zentralbl. Chir. 119 (1994) 521-532
- 66 Ostermann AL, Terrill AG (1991): Arthroscopic treatment of TFCC-Lesions  
Hand Clin 7: 277-281
- 67 Pabst T, Uzdil T, Winker KH: Die palmare Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur;  
Op-Journal 2003;19:42-50
- 68 Palmer AK (1989): Triangular Fibrocartilage Complex Lesions; A Classification  
J. Hand Surg. A 14 : 594-606
- 69 Pannike A : Differenzierte Therapie. Das konservative Vorgehen  
Schriftenreihe: Unfallmed. Tagungen der Landesverbände der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Heft 51 (1983) 31-40
- 70 Peterson TK, Dresing, Schmidt G: Druckmessung im Karpalkanal bei distaler Radius Fraktur  
Unfallchirurg (1993) 96: 217-223
- 71 Petravic B: Indikationen zur Behandlung der distalen Radiusfrakturen bei Erwachsenen  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York; Akt. Traumatol. 27 (1997) 2-6
- 72 Petravic B, Petravic A: Die Kombination von offener Osteosynthese und Fixateur externe bei distalen mehrfragmentären Gelenksfrakturen des Radius  
Unfallchirurg 95 (1992) 83
- 73 Petravic B: Die Behandlung der distalen Mehrfragmentgelenksfrakturen des Radius  
Chirurg 64 (1993) 894-898
- 74 Petravic B: Arbeitsgruppe „Distale Radiusfrakturen“  
Federführender Leiter: B. Petravic, Oberhausen. DAD.-aktuell S. 98 Dez. 1997

- 75     Pfeiffer KM: Einteilung und therapeutische Indikation der Frakturen am distalen Unterarm.  
In: Buck-Gramcko, D.(Hrsg.): Frakturen am distalen Radiusende. Hippokrates Verlag, Stuttgart 1998
- 76     Poigenfürst J; Die konservative Behandlung der Speichenbrüche am distalen Ende.  
In:Buck-Gramcko, D. (Hrsg.): Frakturen am distalen Radiusende. Hippokrates Verlag, Stuttgart 1987
- 77     Poigenfürst J. Brüche am distalen Unterarmende  
Hefte Unfallheilkunde 148 (1990) : 53-59
- 78     Povacz P, Breitfuß H, Klampfe H (1996): Ist der statische Fixateur externe eine geeignete Methode zur Behandlung von Mehrfragmentfrakturen des distalen Speichenendes;  
Handchir Mikrochir. Plast Chir 28: 302-305
- 79     Prommersberger KJ, Lanz U: Biomechanik der fehlverheilten distalen Radiusfraktur  
Handchir. Mikrochir. Plast.Chir. 31 (1999) 221-226
- 80     Reill P, Kruft St: Diagnostik und Behandlung der Begleitverletzungen und Folgeschäden bei distalen Radiusfrakturen  
Chirurg 64 (1993) 899-901
- 81     Rieger H, Klein W, Dee W, Brug E: Behandlung und Prognose der distalen Radiusfraktur.  
Akt. Traumatol. 27 (1997) 61-63
- 82     Ring D, Jupiter JB, : Dorsal fixation of the distal radius using the Plate  
Atlas of the hand clinics, Volume 2, Nummer 1, March 1997
- 83     Ring D, Jupiter JB: A New Plate for internal Fixation of the Distal Radius  
AO/ASIF Dialogue, Vol. IX, Issue I, June 1996, page 1-3.
- 84     Rommens PM, Vanderschot PM, Broos PL: External fixation of the distal end of the radius: the same technique for different patient populations?  
Arch. Orth Trauma Surg 1992;
- 85     Rose S, Frank J, Marzi I: Diagnostische und therapeutische Bedeutung der Arthroskopie bei der distalen Radiusfraktur;  
Zentralbl Chir 1999; 124:984-992

- 86 Sanders RA, Keppel FL, Waktrop J (1991): External fixation of distal radius fractures: Results and complications  
J.Hand Surg 16-A: 385 – 391
- 87 Sarmiento By Augusto, Pratt GW, Berry NC, Sinclair WF, Miami Florida: Colles' Fractures, Functional Bracing in Supination;  
VOL. 57-A, NO 3, April 1975
- 88 Schädel-Höpfner M, Böhringer G, Lemke T, Gotzen L: Zur Häufigkeit der skapholunären Dissoziation bei distalen Radiusfrakturen  
Akt. Traumatol. 28 (1998) 71-73
- 89 Schicker N: Zur Behandlung distaler Radiusfrakturen  
Akt. Traumatol. 1992; 12: 129-133
- 90 Schlosser D: Sudeck'sche Dystrophie nach Verletzung des distalen Radiusendes und der Handwurzel  
Langenbeck's Arch. Chir. 334 (1973) 211-214
- 91 Schmidt-Neuerburg KP, Weiß H, Oestern HJ: Die Bohrdrahtosteosynthese  
Hefte Unfallheilkd. 148 (1980) 70-72
- 92 Schmidt J, Petereit U, Winker KH: Die volare Plattenosteosynthese als Zuggurtungsprinzip bei der Extensionsfraktur des distalen Radius  
Akt.Traumatologie 27 (1997) 23- 25
- 93 Schneeberger AG, Wing Yuk Ip, Tak Lun Poon, Shew Ping Chow: Open Reduction and Plate Fixation of Displaced AO Type C3 Fractures of the Distal Radius: Restoration of Articular  
Journal of Orthopaedic Trauma, Vol. 15, No.5, pp. 350-357, 2001 Lippincott Williams & Wilkins, Inc., Philadelphia
- 94 Schoonhoven v. J, Prommersberger KJ, Lanz U: Die Bedeutung des distalen Radioulnargelenks bei rekonstruktiven Eingriffen nach fehlverheilten körperlernen Speichenbrüchen;  
Orthopädie 1999;28: 864-871; Springer-Verlag 1999
- 95 Schwarmborn M, Hempfling H: Der Discus articularis  
In Hempfling, H. (Hrsg.): Die Arthroskopie im Handgelenk. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart (1992)
- 96 Seibert FJ, Fellingner M, Grechenig W, Passler J: Radiusfraktur loco typico. Arthroskopische Diagnose und minimal invasive Therapie von Zusatzverletzungen  
Arthroskopie 8 (1995) 273-280

- 97 Short WH, Palmer AK, Werner FW: A biomechanical study of the distal radius fracture  
J Hand Surg (AM) (1987) 529
- 98 Siebert HR: Distale Radiusfrakturen an typischer Stelle  
Georg Thieme Verlag Stuttgart- New York; Akt. Traumatol. 27 (1997) 7-15
- 99 Siebert HR, Großmann Th, Leitlinien: Behandlung der distalen Radiusfraktur  
Langenbeck's Arch. Chir. Suppl. II 1997; 1389-141
- 100 Taleisnik J: Carpal instability: current concepts review  
JBJS 70 (1988) 1262-1268
- 101 Thielke KH: ambulante KD-Stiftung dist.Radiusfrakturen  
Outcome Beurteilung im Vergleich verschiedener Scoring Systeme  
Akt. Traumatol 2001; 31: 256-260
- 102 Thielke KH: Winkelstabile Plattenosteosynthese am distalen Radius:Lösung einer Problemfraktur?  
Akt.Traumatol. 2002;32: 245-250
- 103 Tscherne H, Jähne J: Aktueller Stand der Therapie der distalen Radiusfraktur  
Unfallchirurg 93 (1990) 157-164
- 104 Urbschat K, Frank J, Marzi I, Schneider G, Roth R: Wertigkeit der MRT in der Diagnostik posttraumatischer Handgelenksbeschwerden;  
Zentral Chir 1999;124:977-983
- 105 Uzdil T, Neumann W, Bauschke A, Winker KH:  
Die palmare winkelstabile Plattenosteosynthese bei distalen Radiusextensionsfrakturen  
Akt. Traumatologie 2001, 31: 141 – 148
- 106 Voigt C, Rahmanzadeh R: Verletzungen des Handgelenkes einschließlich der Handwurzel  
Unfallchirurg 1997; 100: 56-68
- 107 Warwick D, Field J, Bannister GC:  
Function 10 Years after Colles' fractures  
Clinic. Orthop. Rel. Res. 295 (1993) 270-274

- 108 Wiemer P, Köster G, Felderhoff J, Weber U:  
Frakturen am distalen Radius, Wandel der therapeutischen  
Strategien; Orthopädie 1999, 28: 846-852, Springer Verlag  
1999
- 109 Willenegger H, Guggenbuhl A:  
Zur operativen Behandlung bestimmter Fälle von distalen  
Radiusfrakturen  
Helv Chir Acta 26(1959) 142-148
- 110 Wittner B, Holz U:  
Allgemeine Klassifikation der distalen Radiusfrakturen  
und Behandlung der extraartikulären distalen Radiusfrak-  
turen (Typ A2 und A3)  
Chirurgie 64 (1993) 880-888

### **Danksagung**

Hiermit möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. med. habil. E. Markgraf und Herrn Prof. Dr. med. habil. K.-H. Winker für die Überlassung des Themas und die Betreuung der Dissertation bedanken. Mein Dank gilt ebenso Herrn Dr. med. T. Uzdil für die freundliche Unterstützung bei der Erstellung der Arbeit.

Frau Dr. med. A. Bauschke danke ich für die Überlassung der Daten ihrer Arbeit für die vergleichende Betrachtung.

Im Weiteren bedanke ich mich bei Herrn R. Krummrich für die technische Hilfe bei der Anfertigung der Arbeit.

## Lebenslauf

Name :	Neumann	
Vorname :	Wolfgang	
Geburtsdatum :	28.03.1953	
Geburtsort :	Prenzlau	
Schulbildung :	1959- 1967	Polytechnische Oberschule Prenzlau
	1967- 1971	Erweiterte Oberschule Prenzlau mit Erlangung der Hochschulreife
Studium :	1971- 1976	Studium der Humanmedizin an der Ernst- Moritz- Arndt- Universität in Greifswald
	1976	Staatsexamen und Approbation
Beruflicher Werdegang :		
	09/1976- 11/1978	Ableistung des Wehrdienstes als Regimentsarzt
	1979- 1985	Facharztausbildung zum Facharzt für Chirurgie am Kreiskrankenhaus Sömmerda mit neunmonatiger Delegation an die Medizinische Akademie in Erfurt
	1985- 10/1992	Facharzt für Chirurgie im Kreiskrankenhaus Sömmerda
	seit 11/ 1992	Chirurg in eigener Niederlassung in Sömmerda



## Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich- Schiller- Universität Jena bekannt ist.

Die Dissertation wurde ausschließlich von mir selbst angefertigt und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen habe ich in meiner Arbeit angegeben. Folgende Personen haben mich bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes unterstützt: Prof. Dr. med. K.-H. Winker, Dr. med. T. Uzdil.

Die Hilfe eines Promotionsberaters wurde von mir nicht in Anspruch genommen. Dritte Personen erhielten weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die vorgelegte Dissertation ist nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht worden. Diese Arbeit, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder andere Abhandlung wurde nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht.

Sömmerda, Juni 2004

## Thesen

Die Behandlungsergebnisse nach winkelstabiler, palmarer Platten- Osteosynthese bei distalen Radiusextensionsfrakturen sind besser als nach Operativen Verfahren palmarer Platten.

Die winkelstabile Osteosynthese ist auch für die primäre Versorgung von komplexen Frakturen und höhergradigen Instabilitäten geeignet.

Die niedrige Morbidität des palmaren Zugangs ermöglicht eine breite Anwendung des Verfahrens.

Radiologische Ausheilungsergebnisse können deutlich verbessert werden.

Die durch das winkelstabile Implantat mögliche, frühfunktionelle Therapie verkürzt die Behandlungszeiten deutlich.

Die frühfunktionelle Therapie verhindert sympathische Reflexdystrophien.

Die Rate der postoperativen Komplikationen kann gesenkt werden.

Eine intensive, ambulante Nachbehandlung ist entscheidend für das funktionelle Ergebnis.